CONSEIL PERMANENT INTERNATIONAL POUR
L'EXPLORATION DE LA MER

RAPPORTS

ET

PROCÈS-VERBAUX DES RÉUNIONS

VOLUME LIV

RACIAL INVESTIGATIONS OF FISH

REPORT OF THE PROCEEDINGS OF A SPECIAL MEETING HELD ON
JUNE 5TH 1928

EN COMMISSION CHEZ
ANDR. FRED. HØST & FILS
COPENHAGUE

Mars 1929.

CONTENTS

Page

Prefatory Note by Henry G. Maurice 4

Investigations on the Races of Food-Fishes..... 5

I. E. Ehrenbaum. Rassenuntersuchungen an Nutzfischen, besonders am Hering 5

English summary..... 14

II. Gustavo Brunelli. Untersuchungen über die Rassen der Nutzfische..... 17

English summary..... 18

III. Einar Lea. The Herring's Scale as a Certificate of Origin. Its Applicability to Race Investigations 21

IV. Ed. le Danois. Les races locales de la Sardine des Côtes Françaises (Manche et Atlantique)..... 35

V. Fernando de Buen. Études des Sardines des Côtes d'Espagne..... 42

VI. Alfredo Ramalho. Contribution à l'étude des races de la Sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) au Portugal, à Madeira et aux Açores 46

VII. J. J. Tesch. Investigations on Herring in the Southern North Sea..... 56

VIII. Johs. Schmidt. Racial Investigations..... 72

IX. Paul Bjerkan. On the Validity of the "Race Characters" of the Food-Fishes... 73

X. A. C. Johansen. On some characters of the Baltic Plaice which have changed during the last decennaries..... 78

Appendices 99

1. W. Mielck. Die Verbreitung der Heringslarven in der Nordsee im Winter 99

English summary..... 131

2. Harold Thompson. Haddock Biology (North Sea) 135

PREFATORY NOTE

At its Meeting held in Stockholm in May, 1927, the International Council for the Exploration of the Sea decided that during the following meetings two days should be devoted to the discussion of scientific problems of importance to the Council as a body engaged in Marine Research. This arrangement is no more than a resumption of pre-war practice interrupted by the necessity under which the Council found itself after the war of extending the area of its operations to correspond to an increased membership, and reorganising the Committees, their programmes and the routine work generally. The new arrangements evolved and improved in the light of experience are now working so smoothly that the Council found itself in a position again to devote time to Scientific Meetings, at which representatives of all the participating countries can jointly discuss scientific problems of general interest.

The following report contains the Lectures delivered at a Meeting on June 5th on Investigations of the Racial Characteristics of important Food-Fishes.

November 22nd, 1928.

HENRY G. MAURICE.

INVESTIGATIONS ON THE RACES OF FOOD-FISHES

I. Rassenuntersuchungen an Nutzfischen, besonders am Hering.

Von

E. Ehrenbaum.

Die Frage, ob alle Fische einer und derselben Art einen einzigen unterschiedslosen Stamm bilden, dessen Schwärme in ihrem grossen Wohngebiet regellose Wanderungen unternehmen, oder, ob die einzelnen Arten in zoologisch unterscheidbare Lokalformen oder Rassen mit mehr oder weniger getrennten Wohngebieten zerfallen, hat seit langer Zeit die fischereibiologische Forschung lebhaft beschäftigt, und namentlich für das Studium gewisser Wanderfische, wie z. B. des Herings und seiner Verwandten, der Makrele u. a. m. ist eine zuverlässige Kenntnis dieser Verhältnisse von grossem Werte.

An das Problem schliessen sich die weiteren Fragen:

Gibt es viele solcher Lokalformen, die derselben Art angehören?

Erstrecken sich die Wanderungen über weite Entfernungen oder nicht?

Sind die Lokalformen für lange Zeiten konstant, d. h. sind ihre Unterschiede erblich?

Gibt es in einem und demselben Gebiet verschiedene Rassen nebeneinander, deren Laichplätze getrennt sein mögen, die aber zeitweise durcheinander gemischt leben? Sind z. B. Frühjahrslaicher und Herbstlaicher einer Art verschiedene Rassen desselben Gebiets oder nur verschiedene Altersstufen einer und derselben Form?

Die Beantwortung dieser Fragen hat nicht nur theoretisches Interesse, sondern ist für die Beurteilung der Fischbevölkerung in unseren Meeren und ihres biologischen Verhaltens von grösster Bedeutung. Ausserdem sind die gleichen Fragen hinsichtlich vieler Nutzfischarten zu stellen, wie z. B. des Herings, der Sardine, des Sprotts, der Makrele, der Scholle, des Kabeljaus, des Schellfisches u. a.

Wenn das Bureau der Internat. Meeresf. die Erörterung dieser Fragen auf das Program der gegenwärtigen Tagung gesetzt hat, so geschah das aber wohl weniger, um eine Diskussion der theoretischen Grundlagen des Rassenstudiums hier einzuleiten, als vielmehr um klarzustellen, wie weit die praktische Bedeutung solcher Studien hier Anerkennung findet, und wie weit in den verschiedenen Ländern Neigung besteht, sich an derartigen Untersuchungen zu beteiligen. Aus diesem Grunde darf wohl erwartet werden, dass ich auf die theoretische Seite meines Themas hier nur kurz eingehe und sie nicht

mit der Gründlichkeit behandle, wie es die Bedeutung des Gegenstandes eigentlich verlangt, sondern mich mehr auf die Darlegung des Verfahrens in der Praxis und seiner Erfolge konzentriere, indem ich zugleich annehme, dass die Versenkung in die theoretische Seite sich mehr für die Stille des Studierzimmers eignet als für die Diskussion in einer internationalen Versammlung von Meeresforschern verschiedener Richtung.

Was ist nun unter einer Lokalform oder Rasse hier zu verstehen?

Man begreift darunter zweckmässig solche Schwärme von Fischen, die an bestimmten Laichplätzen von gleichartiger Beschaffenheit des Bodens und des Wassers zu bestimmter Jahreszeit alljährlich wiederkehrend ihren Laich absetzen. Deshalb ist es notwendig, zur Charakterisierung einer Rasse möglichst nur Individuen eines einheitlichen Laichschwarms zu wählen. Ein solcher Laichschwarm stellt gewissermassen die erste und ursprünglichste systematische Kategorie des betreffenden Fisches dar, von der man annehmen darf, dass alle ihre Individuen in nächster Blutsverwandschaft zueinander stehen.

Mannigfach verschieden sind die Ergebnisse und Auffassungen, zu denen verschiedene Forscher bei dem Studium der Rassenfragen gelangt sind.

Der bekannte schwedische Ichthyologe F. A. Smitt nahm wenige und nur vorübergehend konstante Lokalformen an mit weiten Wandergebieten; der frühere Leiter der dänischen Biologischen Station, C. G. Joh. Petersen, leugnete lange Zeit die Unterscheidbarkeit von Lokalformen, obwohl er an eng begrenzte Wohngebiete glaubte; der Kieler Forscher V. Hensen gab die Unterscheidbarkeit wirklicher Lokalformen zu, hielt dieselbe aber für vereinbar mit sehr weiten Wanderungen, während Fr. Heincke zahlreiche unterscheidbare Lokalformen mit engen Wohn- und Wandergebieten annimmt.

Unser heutiger Standpunkt in diesen Fragen wird sowohl der Auffassung von Hensen wie derjeningen von Heincke gerecht. Wenigstens für den Hering scheint es richtig zu sein, Lokalformen sowohl mit sehr engen als auch mit sehr weiten Wohn- und Wandergebieten anzunehmen. Auch können auf demselben Gebiet zwei — und selbst mehr — verschiedene Lokalformen vorkommen, die meist miteinander gemischt sind und zeitlich — wenn auch nicht immer örtlich — getrennt laichen.

Fr. Heincke ist nun unbestritten derjenige Forscher, der bei der Lösung der hier angedeuteten Probleme die grössten Erfolge gehabt hat; und es ist zu allen Zeiten und in allen Ländern, in denen man sich mit der Untersuchung der Lokalformen im allgemeinen und des Herings im besonderen beschäftigt hat, anerkannt worden, dass Fortschritte auf diesem Forschungsgebiet am ehesten und sichersten zu erzielen seien, wenn die von Heincke erdachten und ausgearbeiteten Methoden weiter befolgt werden.

Heincke war sich darüber klar, dass die älteren Methoden der zoologischen Systematik in keiner Weise geeignet sind, die verschiedenen Lokalformen des Herings, wenn solche existieren, mit ausreichender wissenschaftlicher Genauigkeit zu beschreiben, so zwar, dass es möglich ist, sie jederzeit wieder zu erkennen und damit ihnen auf ihren Wanderzügen zu folgen.

Sucht man nach der Methode der alten Systematik gewisse konstante Merkmale ausfindig zu machen, die allen Individuen eines Laichschwarms zukommen und sie von den Individuen einer anderen Rasse unterscheiden, so ergibt sich alsbald, dass dergleichen

zwischen verschiedenen Rassen ebenso wenig existiert wie zwischen nahe verwandten Species. Aber wenn auch in allen Einzelmerkmalen Übergänge vorkommen, so darf man doch nicht glauben, dass solche Formen in vollständigem Fluss sind, sei es durch fortlaufende Umwandlung, sei es durch Kreuzung. Solche Übergänge sind nur scheinbar; in Wirklichkeit sind alle nahe verwandten Arten der Clupeidenfamilie durch deutliche Klüfte getrennt.

Wir wissen, dass die Fischer auf Grund ihrer Erfahrung Fische wie Heringe, Plattfische oder dergleichen auf den ersten Blick hinsichtlich ihrer Herkunft zu unterscheiden vermögen, wo das Erkennungsvermögen des Laien, auch wenn er wissenschaftlich gebildet ist, versagt, weil die Erfahrung fehlt. Aber das Gedächtnisbild, welches der Fischer besitzt — es ist das, was man wissenschaftlich als Habitus bezeichnet — lässt sich, wenn überhaupt, ungemein schwer beschreiben, und doch ist es grade eine solche Beschreibung, deren wir bedürfen.

Ein brauchbares Verfahren, um der hier angedeuteten Schwierigkeiten Herr zu werden, benutzt die Anthropologie, oder richtiger die Anthropometrie, die sich mit den Unterschieden der Rassen des Menschen beschäftigt. Von ihr wurde die Methode zur Unterscheidung der Lokalformen des Herings entlehnt.

Zur Fixierung der zwischen den Rassen vorhandenen Unterschiede wird dabei nicht ein einzelnes Individuum einer Art untersucht, sondern zahlreiche und an ihnen die Mittelwerte gewisser Eigenschaften bestimmt, und zwar natürlich solche, die durch Mass oder Zahl ausgedrückt werden können. Ausserdem wird aber auch die Gruppierung der Einzelwerte um das Mittel festgestellt.

Von besonderer Bedeutung ist dabei die richtige Auswahl der zu untersuchenden Eigenschaften; dieselbe muss möglichst auf solche Merkmale fallen, die auch für die Unterscheidung der betreffenden Art von nahe verwandten Arten eine Rolle spielen. Die Auswahl der zu untersuchenden Eigenschaften wird demnach für verschiedene Fischspecies verschieden ausfallen müssen.

Der Umstand, dass bei dieser Methode gewisse Eigenschaften eines Fisches durch Mass und Zahl ausgedrückt werden, bringt den grossen Vorteil mit sich, dass das Problem der Unterscheidung von Lokalformen der mathematischen Berechnung unterworfen, also wissenschaftlich exakt behandelt werden kann.

Es ergab sich z. B. bei der Untersuchung von 172 Schleiheringen, dass die Zahl der Wirbel im Mittel 55,48 betrug, aber zwischen 53 und 57 Stück variierte, und zwar in folgenden Häufigkeitsgraden oder Frequenzen:

Zahl der Vert.	53	54	55	56	57	
Zahl d. Individ.	2 +	9 +	77 +	72 +	12 =	172
%	1 +	5 +	45 +	42 +	7 =	100

Aus dem Mittel und den Abweichungen der Einzelwerte von ihm berechnet sich die mittlere Abweichung oder der mittlere Fehler, $m = 0{,}64$, und aus dem mittleren Fehlerquadrat ergibt sich der wahrscheinliche Fehler $w = 0{,}039$, der seinerseits dazu dient, die Sicherheit des Mittelwertes zu bestimmen; und zwar werden sowohl die wahr-

scheinlichen Grenzen des wahren Mittels berechnet 55,48 ± 0,039 also 55,44 bis 55,52 als auch die 3 bis 5 mal so grossen sicheren Grenzen 55,48 ± 0,195 d. h. 55,285 bis 55,675. Mit Hilfe dieser Grenzzahlen lässt sich beurteilen, ob zwischen Laichschwärmen verschiedener Gegenden wirkliche Unterschiede wahrscheinlich oder sicher vorhanden sind.

Heincke gelangt beim Studium dieser Materie zu folgenden Feststellungen:

Individuen einer Rasse oder Lokalform sind in einer beliebigen (individuell konstanten) Körpereigenschaft nur die zufälligen Abweichungen vom Mittel derselben. Sie verhalten sich zueinander und zu ihrem Mittel wie die Fehler in irgend einer Beobachtungsreihe zu der wahrscheinlichsten oder mittleren Grösse des beobachteten Objekts. (Bei einer bestimmten Schärfe der Beobachtungsart).

Wie allen Einzelbeobachtungen eines Objekts eine wahre Grösse desselben zu Grunde liegt, so liegt in irgend einer Eigenschaft allen Individuen einer Rasse eine bestimmte wahre (mittlere) Grösse zugrunde, die als der Ausdruck der lokalen Lebensbedingungen aufgefasst werden kann.

»Die Natur ist gleichsam bemüht, immer wieder diesen wahren Wert der Eigenschaft hervorzubringen, macht aber bei jedem Versuch, d. h. jedem Individuum, das sie hervorbringt, einen grösseren oder kleineren Fehler.« Die Grösse und Häufigkeit dieser Fehler ist aber eine durchaus gesetzmässige und unterliegt dem Gauss'schen Fehlergesetz, welches besagt, dass die Häufigkeit oder Wahrscheinlichkeit eines Beobachtungsfehlers eine Funktion seiner Grösse ist.

Die Individuen einer Rasse sind nun, nicht nur in jeder einzelnen Eigenschaft sondern auch in der Kombination aller ihrer Eigenschaften, die zufälligen Gestaltungen eines idealen Typus. Alle Individuen einer Rasse haben die gleiche mittlere Abweichung von diesem Typus, aber jedes einzelne ist eine andere Permutation derselben Reihe von Abweichungen; für alle ist die Summe der Quadrate der Abweichungen vom Typus dieselbe und zugleich ein Minimum.

Die Sicherheit in der Bestimmung des Mittelwertes wächst mit der Zahl der Einzelfälle, und zwar im Verhältnis der Quadratwurzel aus dieser Zahl; also 10,000 Individuen geben ein zehnmal so sicheres Mittel als hundert Individuen.

Der hier angedeuteten Gesetzmässigkeit folgen nun nicht bloss einzelne Eigenschaften sondern alle, und Heincke hat deren 60 verschiedene untersucht. Wertvoll sind jedoch hauptsächlich nur die zählbaren, individuell und sexuell konstanten Eigenschaften, die sich leider nicht in sehr grosser Zahl finden lassen. Zu ihnen gehören für den Hering die Zahl der Wirbel, der Kielschuppen und der Flossenstrahlen von einer gewissen Altersstufe ab, nämlich, wenn ihre Ausbildung der Zahl nach abgeschlossen ist; und diese Merkmale sind in neuerer Zeit mehr oder weniger ausschliesslich für die Untersuchungen benutzt worden, während man die verschiedenen Körperdimensionen stark vernachlässigt hat, weil sie vom Erhaltungszustand und Art der Konservierung abhängig sind und ihre Bestimmung, da feste Punkte fehlen, nicht ohne grosse persönliche Fehler möglich ist.

Die Lokalformen des Herings unterscheiden sich, wie gesagt, im allgemeinen von einander in denselben Eigenschaften, in denen die Arten der Gattung Clupea von einander verschieden sind; nur sind die Unterschiede der Rassen durchweg kleiner als die

der Arten. Die grössten Extreme z. B., die in der mittleren Wirbelzahl der Heringsrassen beobachtet wurden, sind 57,6 und 53,6, während der Sprott im Mittel 48 und der Pilchard 52 Wirbel besitzt. Ähnliches gilt von den Kielschuppen und von der Zahl der Flossenstrahlen, wie folgende Gegenüberstellung erkennen lässt:

	K_2 (Kielschuppen)	V (Strahlenzahl der Ventrale)
Hering	11—17	9 (7—10)
Sprott	10—11	6—7

Für die Kombination der verschiedenen Eigenschaften gilt die wichtige Regel, dass wenn zwei Individuen verschiedener Rassen (oder Species) sich in einer oder mehreren Eigenschaften sehr nahe kommen, sie in anderen Eigenschaften um so verschiedener sind.

Die letzteren bilden dann oft ein bequemes Mittel für die Unterscheidung. Z. B. lässt grosse Schärfe der Kielschuppen (K_2) bei jungen Heringen — eigentlich ein Sprottmerkmal — auf deren Herkunft aus der südöstlichen Nordsee schliessen. Häufige Achtzahl in den Bauchflossen der Heringe weist auf den Herbsthering der westlichen Ostsee (beim Sprott 7, beim Hering meist 9), oder auf den Herbsthering bei Rügen, bei welchem die Achtzahl bei 30 bis 40 % vorkommt, gegen 3 % beim norwegischen Hering. Eine auffallend geringe Zahl von Prähämal-Wirbeln ist für die im Brackwasser laichenden Heringe der westlichen Ostsee und der südlichen Nordsee charakteristisch. Eine sehr hohe Wirbelzahl (57,5) lässt auf den norwegischen Hering schliessen, eine sehr niedrige auf den Hering des Weissen Meeres.

Ferner zeigt sich, dass alle Eigenschaften eines Individuums sich ähnlich verhalten wie alle Individuen in einer Eigenschaft. Für die praktische Zuweisung einer Heringsform zu einer bestimmten Rasse ist es demzufolge wichtig, dass man entweder eine beschränkte Zahl von Individuen auf eine grosse Zahl von Eigenschaften untersuchen kann, oder umgekehrt eine grosse Zahl von Individuen auf einige wenige Eigenschaften.

Das Verfahren, das Individuum durch Kombination einer grösseren Zahl von Eigenschaften zu fixieren oder identifizieren ist nichts anderes als die Bertillonage, d. h. die von Bertillon beim Menschen zwecks Wiedererkennung desselben angewandte Methodik, die bekanntlich in der Kriminalistik eine grosse Rolle spielt.

Leichter aber als die Erkennung des Individuums ist diejenige der Rasse, als der nächst höheren Stufe in der Systematik. Die Rasse erhält durch die Feststellung ihrer Eigenschaftsmittel und der Kombination ihres Vorkommens gewissermassen einen Steckbrief, mit Hilfe dessen es möglich ist, sie auch fern von dem Orte wieder zu erkennen, an dem sie ursprünglich beobachtet wurde, also sie auf ihren Wanderungen zu verfolgen, was mit Hilfe des sonst üblichen Verfahrens der Markierung beim Hering aus verschiedenen Gründen nicht möglich ist, einmal, weil dieser empfindliche Fisch die Befestigung von Marken nicht verträgt, und zweitens, weil sein massenhafter Fang es kaum ermöglicht, ein markiertes Individuum in der grossen Fangmasse zu entdecken.

Eine Wiedererkennung einzelner Heringsrassen auf Grund der oben beschriebenen modernen Charakteristik ist wiederholt gelungen. Heincke konnte z. B.

mit seiner Methode feststellen, dass die sogenannten Riesenströmlinge der Schären von Stockholm nichts anderes seien als Strömlinge von besonderer Grösse und hohem Alter, nicht aber etwa fremde zugewanderte Heringe, die sich unter die kleinen Strömlinge gemischt hätten.

Ebenso konnte Heincke den im laichreifen Zustand auf der Jütland-Bank angetroffenen Seehering in dem abgelaichten Bohuslänhering wieder erkennen und zugleich dessen Verschiedenheit vom norwegischen Frühjahrshering darlegen, damit den Beweis führend, dass der Bohuslänhering entgegen einer von andrer Seite vertretenen Ansicht normalerweise nicht an den skandinavischen Küsten entlang und um das Kap Lindenäs herumkomme, wenn er in das Skagerrak eindringe.

Die neuere Charakterisierung des sogenannten Bankherings der Nordsee durch A. C. Johansen und W. Schnakenbeck erlaubt die Feststellung, dass dieser Hering regelmässig ziemlich weite Wanderungen im Bereich der Nordsee und des Skagerraks ausführt, dass er zum Laichen an die britischen Küsten und auf die Doggerbank zieht, und dass in wechselndem Grade seine Laichgründe sich vielleicht auch auf die Jütland-Bank ausdehnen, dass die abgelaichten Heringe dieser Rasse dem Skagerrak zustreben und mehr oder weniger weit nach Bohuslän gelangen, um von dort zurückkehrend wieder die Nordsee zu gewinnen, und dass die Jugendformen dieses Herings nach Erreichung einer gewissen Grösse ebenfalls ostwärts streben und in Gestalt mehrerer (3) Jahrgänge die Gewässer der östlichen und südöstlichen Nordsee bevölkern.

Nicht minder bedeutsam erscheint der Nachweis von Heringen der norwegischen Rasse auf dem Grunde der Vikingbank, der uns unlängst gelang. Dampftrawlerkapitäne aus Cuxhaven hatten gemeldet, dass sie dort sowohl im Frühjahr wie im Herbst bisweilen beträchtlich grosse Heringsschwärme antreffen, und Ende Januar 1928 wurden in Cuxhaven 70 Zentner Heringe von zwei Trawlfangzügen aus jener Gegend gelandet und uns in Form einer Probe zugänglich gemacht. Der Kapitän berichtete zugleich von sehr grossen Heringsmassen, deren er jedoch in Ermangelung eines Heringstrawls und wegen aufkommenden schlechten Wetters nur zum kleinen Teil und nur des nachts habhaft werden konnte. Der Reifezustand, die Wirbelzahl und die Ausbildung der Otolithen wiesen ziemlich bestimmt auf die Zugehörigkeit zum norwegischen Hering hin; für die praktische Fischerei aber ergab sich der wichtige Hinweis, dass grosse Mengen dieses Herings einige Zeit vor dem Laichen — also in bester Qualität — hier in einiger Entfernung von ihren Hauptlaichplätzen am Boden anzutreffen und mit geeigneten Geräten massenhaft zu fangen seien.

Derartige Schlussfolgerungen lassen die Fixierung der Rassencharaktere in ihrer ganzen Bedeutung für die Lösung der uns interessierenden biologischen Probleme erkennen, und wenn es einstweilen nicht geglückt ist, unter Anwendung der sich hier bietenden Hilfsmittel zu grösseren Erfolgen zu gelangen, so liegt das nur an den nicht geringen Schwierigkeiten, die sich der exakten Durchführung der Untersuchung entgegenstellen.

Daher erscheint es zweckmässig, diese Schwierigkeiten kurz zu schildern und auf die Möglichkeit ihrer Überwindung aufmerksam zu machen.

Fast immer erweisen sich Heringsproben, die zur Untersuchung ihrer

Rassencharaktere gelangen, als komplexer Natur, und das Vorhandensein sehr verschiedener Reifestadien in derselben Probe lässt gewöhnlich auf 2 oder mehr verschiedene Lokalformen schliessen. Selbst wenn man sich bemüht, eine Probe eines im Laichen befindlichen oder kurz davor stehenden Herings zu bekommen, so findet man häufig, dass die gesuchten Exemplare der Reifestadien V und VI zwar vorhanden, aber mit anderen Exemplaren der Stadien I bis II und III gemischt sind, sodass eine Aussonderung erforderlich wird, wenn man sich einige Sicherheit für die Einheitlichkeit des Untersuchungsmaterials verschaffen will.

Eine solche Durchmischung bildet so sehr die Regel bei allen Fangproben, dass man an der Durchführbarkeit der Charakterisierung zweifeln möchte, wenn sich nicht doch bisweilen Ausnahmen finden liessen, bei denen es gelingt, ein mehr oder weniger einheitliches Material zur Untersuchung zu bringen.

Der norwegische Frühjahrshering ist eine Form die selbst unter wechselnden örtlichen und zeitlichen Verhältnissen in vielen Fällen rein angetroffen wird, da an den norwegischen Küsten andere Heringsformen nur in verschwindend geringem Masse vorkommen.

Auch bei dem Schleihering gelang es Heincke, ein einheitliches und reines Material zu untersuchen, da er sich laichende Exemplare beschaffen konnte, und ähnlich lagen die Verhältnisse für Schnakenbeck bei Untersuchung des Loch Fyne Herings, der ebenfalls in zwei Proben von gleichen Reifestadien zu uns gelangte.

In diesen Erfolgen kommt deutlich das Gewicht des Heincke'schen Postulats zum Ausdruck, dass zur Untersuchung Angehörige eines einheitlichen Laichschwarms erforderlich seien, weil nur unter dieser Voraussetzung zu erwarten sei, dass man es mit einer einheitlichen Rasse zu tun habe.

Indessen da sich diese Forderung nicht immer erfüllen lässt, muss doch versucht werden, auch mit weniger homogenem Material, hauptsächlich durch Trennung der Reifestadien, zu Ergebnissen zu gelangen.

Die hier angedeuteten Schwierigkeiten müssen uns ferner veranlassen, beim Zusammenwerfen verschiedener Proben derselben Örtlichkeit äusserste Vorsicht walten zu lassen, und selbstverständlich, wie schon gesagt, auch die Proben nicht zu klein und möglichst nicht unter 100 Stück zu wählen.

Finden sich abnorme Individuen, z. B. mit Wirbelverwachsungen, unregelmässiger Zahl der Flossenstrahlen, Fehlen ganzer Flossen und dergl. mehr, so muss man mit der Möglichkeit rechnen, dass derartige Abnormitäten ein gesetzmässiger Ausdruck vorhandener äusserer Bedingungen sind, und muss in solchem Falle von einer Aussonderung der betreffenden Individuen absehen, wennschon es bei Behandlung kleiner Proben zweckmässig sein kann, Abnormitäten auszusondern.

Eine sehr grosse Hauptsache bei den Untersuchungen ist die Forderung höchster Exaktheit und Gewissenhaftigkeit beim Durchzählen der einzelnen Rassencharaktere. Die beste Kontrolle der Zuverlässigkeit wird darin bestehen, dass die Untersuchungen mit gleichartigem Material an verschiedenen Stellen gleichlaufend durchgeführt werden, um Vergleichsmöglichkeiten zu gewinnen. Erst wenn sich zeigt, dass verschiedene Untersucher an verschiedenen Orten mit demselben Material zu gleichartigen Ergebnissen

gelangen, erst dann wird man diese als zuverlässig und brauchbar ansehen können. Aber gerade deshalb erscheint das hier vorliegende Arbeitsgebiet als besonders geeignet, um von einer Organisation nach Art der Internat. Meeresforschung in Angriff genommen zu werden.

Leider muss gesagt werden, dass bei den zahlreichen Untersuchungen über die Lokalformen des Herings, die seit langer Zeit und in verschiedenen Ländern nach Heincke's Vorgang in Angriff genommen worden sind, sehr oft ohne die nötige Rücksichtnahme auf andere und ältere Untersuchungen vorgegangen worden ist. Durch kleine Veränderungen und angebliche Verbesserungen der im übrigen akzeptierten Heincke'schen Methode sind die Vergleichsmöglichkeiten vielfach erschwert, wenn nicht ganz unmöglich gemacht.

Die Zahl der individuell konstanten Merkmale, die für die Untersuchung in Betracht kommen, ist so gering, dass es nicht berechtigt erscheint, auf einzelne derselben zu verzichten, und für die Einheitlichkeit der Zählweise sollte vielleicht eine internationale Kommission Sorge tragen, wenn diesen Untersuchungen auch in Zukunft die Pflege gewidmet werden soll, die ihnen gebührt.

Gegenüber der bedauerlichen Tatsache, dass viele Untersucher darauf verzichtet haben, ihre Ergebnisse mit denen anderer zu vergleichen, verdient rühmend hervorgehoben zu werden, dass A. C. Johansen eigentlich der erste war, der das Bedürfnis fühlte, die Ergebnisse seiner Untersuchungen mit denen seiner Vorgänger und namentlich mit den Heincke'schen zu vergleichen, und der seine Bemühungen in dieser Richtung auch belohnt fand. Schnakenbeck ist diesem Vorgange gefolgt, und man darf hoffen, dass damit für die Zukunft nachahmenswerte Beispiele gegeben sind.

Die bei solchen Vergleichen unweigerlich hervortretenden Unstimmigkeiten sind oft recht zahlreich und überwiegen meist die Zahl der übereinstimmenden Ergebnisse. Aber das darf uns nicht abschrecken, in solchen Fällen den Ursachen der Abweichungen auf den Grund zu gehen und im einzelnen festzustellen, wie weit es sich dabei um persönliche Fehler oder um wirklich vorhandene Differenzen handelt.

Heincke hat bekanntlich die Erblichkeit der Rassencharaktere als eine wichtige Voraussetzung dafür angesehen, dass es möglich ist, eine Lokalform zu charakterisieren und von anderen zu unterscheiden. Er hat Proben vom Schleihering in einem Zeitraum von 10 Jahren wiederholt analysiert und wesentlich jedesmal die gleichen Mittelzahlen gefunden. Johansen fand ähnliches beim Frühjahrshering des westlichen Limfjords; doch stimmten in diesem Falle die Zahlen für die Kielschuppen (K_2) sehr viel weniger gut als die Summe der Wirbel, und E. Lea fand ziemlich auffällige Abweichungen in der Wirbelzahl des norwegischen Herings verschiedener Jahre.

Von ähnlicher Art und Bedeutung scheinen gewisse kleine Differenzen in den Mittelwerten der Bankheringe zu sein, die bei den Untersuchungen von Johansen und Schnakenbeck hervorgetreten sind und es zweifelhaft erscheinen lassen konnten, ob der Doggerbankhering mit zu dieser Rasse gerechnet werden muss, oder als differente und selbständige Form anzusehen ist.

Diese Differenzen und Unstimmigkeiten brauchen uns jedoch an dem Wert unserer Untersuchungsmethode nicht irre zu machen, sondern müssen uns vor die Frage stellen,

ie weit die wechselnde Zusammensetzung und Durchmischung der Schwärme das klare ervortreten bestimmter Rassencharaktere verhindert, und wie weit mit kleinen Verderungen der im wesentlichen erblich fixierten Charaktere in Folge wechselnder äusserer Bedingungen zu rechnen ist.

Die Entscheidung über diese Frage, die für unsere Untersuchungen von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist, wird wesentlich von der theoretischen Einstellung des Untersuchers abhängen, nämlich davon, ob er den Phänotypen einen wesentlichen Einfluss gegenüber den Genotypen einzuräumen geneigt ist.

Im Allgemeinen wird das wohl kaum der Fall sein, und wenn es auch bisweilen den Anschein hat, dass gerade die Fische, und insonderheit der Hering als sehr primitive Form, verhältnismässig plastisch sind, und leicht auf jeden Wechsel der äusseren Verhältnisse reagieren, so spricht nach den bisherigen Erfahrungen doch manches dafür, dass die beobachteten Unregelmässigkeiten in den Mittelzahlen gewisser Charaktere wesentlich auf eine Beimischung fremdrassiger Elemente zurückzuführen sind.

Die Mehrzahl der in dieser Beziehung in Betracht kommenden Beobachtungen erklärt sich durch derartige Annahmen am einfachsten. Auch fehlt es nicht an Beispielen, in denen der Nachweis einer Vermischung verschiedener Formen mit ziemlich grosser Sicherheit geführt werden kann, nämlich wenn es möglich ist, die Rassenuntersuchungen mit Feststellungen über Reife, Wachstumsverhältnisse u. a. m. zu verbinden.

E. Lea hat zuerst gezeigt, dass es durch ein eingehendes Studium dieser Verhältnisse und besonders der Schuppen gelingt, eine ganze Reihe wesentlicher Details über die Herkunft und die Lebensgeschichte einzelner Heringsindividuen festzustellen und demgemäss eine Mischung verschiedener Rassen in ihre Bestandteile zu zerlegen. Wir haben ganz ähnliche Beobachtungen gemacht und sind zu der Überzeugung gelangt, dass es in vielen Fällen durch Berücksichtigung des Reifezustandes in Kombination mit der Altersstufe und gewissen Rassemerkmalen sehr wohl möglich ist, einzelne Exemplare einer Probe auszuscheiden und die letztere dadurch möglichst homogen zu gestalten.

Angesichts dieser Möglichkeit und der offenbaren Erfolge, die diese kombinierte Untersuchungsmethode gezeitigt hat, verliert die Annahme einer möglichen kleinen Veränderung der Rassenmittel durch den Wechsel der äusseren Bedingungen etwas an Gewicht. Jedenfalls kann die in solchen Fällen bewirkte Veränderung der Charaktere immer nur eine sehr geringfügige sein.

Aber wenn man auch die Möglichkeit einer geringfügigen Veränderung der Rassencharaktere zugestehen kann, so darf man doch niemals so weit gehen, eine vollständige Umwandlung einer Rasse in eine andere anzunehmen, wie O. Petersson in seiner neuen theoretischen Erörterung der grossen Schwankungen in der Ohuslänfischerei das tut. Er führt die oft behauptete und auch statistisch belegte Alternation in den reichen Fängen der norwegischen Vaarsildfischerei und der schwedischen Ohuslänwinterfischerei und die grossen Perioden der letzteren darauf zurück, dass er den Wechsel in dem Einfluss atlantischen Wassers einerseits und von Nordseewasser und norwegischem Küstenwasser in das Skagerrak andererseits annimmt. In den Zeiten, in denen die letzt erwähnten Verhältnisse herrschen, sollten nicht nur die Laichgebiete des norwegischen Herings auf die andere Seite der norwegischen Rinne verlegt

werden — was vielleicht vorkommen kann — sondern auch der Rassencharakter des norwegischen Vaarsild derartig verändert werden, dass er den Charakter des Bankherings der Nordsee annimmt, und zwar soweitgehend, dass er auch die Laichzeit des letzteren innehält und aus einem Frühjahrslaicher zum Herbstlaicher wird.

Gegenüber diesen Hypothesen, die an den Grundfesten unserer biologischen Anschauung rühren, erscheint die von Johansen vertretene Theorie sehr viel plausibler. Danach bewirkt der vermehrte Einfluss ozeanischen Wassers in die Nordsee vielleicht zeitweise eine Verschiebung der Laichgründe des Nordsee-Bankherings nach NO, sodass dann die rauhen Gründe der Jütland-Bank infolge Erhöhung ihres Salzgehalts um etwa $^1/_2$ $^0/_{00}$ eine grössere Rolle als Laichgebiet spielen, und die abgelaichten Heringe unter Benutzung des Jütlandstromes in verstärktem Masse den Zugang zum Skagerrak und nach Bohuslän finden können. Dass auf der Jütland-Bank zeitweise, aber in wechselndem Grade, vom Hering gelaicht wird, ist wiederholt nachgewiesen, zuerst von Heincke (Sept. 1889 durch den Fang laichreifer Heringe), dann von Duge (Anfang Okt. 1903) an »spawny haddocks«, toten Fischen und Laichmassen in den Netzen, zuletzt auch von Johansen (1922, 25, 26) durch Fänge von Heringslarven in mässigen Mengen.

Ein starker Einwand gegen die Pettersson'sche Theorie von dem Einfluss hydrographischer Verhältnisse auf den Bohuslänhering und seine Verfrachtung ins Skagerrak ist auch darin zu erblicken, dass das Abströmen der Heringe aus dem Skagerrak nach der westlichen Nordsee, das doch regelmässig nach Beendigung der Fangperiode bei Bohuslän erfolgen muss, nicht ebenso leicht durch submarine Wasserbewegungen oder anderweitige Einflüsse des atlantischen Wassers erklärt werden kann wie die Zuwanderung.

Summary.

Racial Investigations on food-fishes especially herring.

A. General principles of racial investigations.

1) Certain fishes, as the herring, cannot be considered as uniform in the whole area of their distribution, but must be distinguished as different local forms, varieties or races; these exist in considerable numbers; their peculiar characters are constant and fixed by heredity.
2) As local forms or races we wish to designate such shoals — e.g. of herrings — as spawn regularly at a certain season on certain spawning places under definite physical conditions. A spawning shoal is the first systematic category, the individuals of which may be supposed to stand in immediate consanguinity. Such a shoal may be considered as the really reliable material for fixing the characters of a local form or race.
3) The migrations of these local forms do not embrace the whole area of the occurrence of the species but only part of it, which in some instances appears to be rather limited, in others very extended.
4) One and the same area may, however, be inhabited by two — and perhaps more — different local forms, going mostly mixed but spawning generally on different — sometimes also the same — areas. (spring spawners and autumn spawners).

Such so-called seasonal races of one area are not to be considered as being different age classes of a single form.

5) The study of the racial characters of fish, herring and sprat, sardine, mackerel, as well as Gadoids and Flatfish, has not merely a theoretical but also great practical importance in the interests of the rational utilization of the stock.

B. Methods and rules of investigation.

6) Fishes of the same species but of different origin are often-times easily recognized by the practical fisherman, though he cannot tell, by what means. He relies on a picture in his memory — which scientifically is called habitus — and which is very difficult to describe.

It is, however, possible to describe and distinguish such different local forms as they are separated by similar characters — though in smaller degree — as two similar but different species.

7) A useful method is the anthropometric one, that tries to distinguish between human races by dealing with a great number of individuals and taking the mean of certain characters that may be expressed in figures, regarding also the grouping of the frequency figures round the mean. This procedure has the great advantage of allowing a mathematical and scientifically exact treatment of the problem.

8) It is desirable to deal with the following figures (values). As an example we take the counting of the vertebrae of 172 herring from the river Schlei (W.-Baltic) as given by Heincke.

Σ vert.....	53	54	55	56	57
frequency figs.....	2	9	77	72	12 = 172
per cent.....	1	5	45	42	7 = 100

Mean, $M = 55.48$, mean deviation $m = 0.64$.

By using the squares of the single deviations we get the probable error of M:

$w = 0.039$

and these figures allow us to define the reliability of the mean.

The probable limits of the true mean are 55.48 ± 0.039

i. e. 55.44 and 55.52

and the certain limits of the true mean are $M \pm 5\,w$ or 55.48 ± 0.1915

i. e. 55.285 and 55.675.

These limits allow us to state a probable or certain difference between two races. Thus to recognize a race and to follow it on its migrations, an aim which in other cases has been arrived at by marking the fish. To the herring and similar fish the marking method is not applicable.

9) Instead of investigating a great number of characters in a few individuals we may rely on a few characters counted on a great number of individuals (e. g. number of vertebrae, finrays and keeled scales etc.).

Moreover it is advisable to regard the combination of the different characters which by no means is an arbitrary one but is bound to certain rules.

10) The most important of these rules is, that if the individuals of two different races are very similar in one or several characters, they differ so much the more in other characters, these latter often affording a convenient means for the distinction (e.g. a high number of vert. allows us to recognize the Norwegian herring and so on).

11) The recognition of herring races is so much the easier if we may rely on good standard figures for different characters, which can be gained, however, only from homogeneous material, this being not very common.

The recognition of herring races has been successful on different occasions. (Giant herrings occuring in the Stockholm skjaeryard = old individuals of Strömming (Heincke); North Sea Bankherring = Jutland Bankherring = Bohuslän Winterherring = Elbe Herring (Johansen, Schnakenbeck); Wintercaught herring from Viking Bank = Norwegian vaarsild.)

C. Difficulties and how to avoid them.

12) As pointed out sub Nr. 4, samples of herring taken anywhere are very rarely homogeneous, mostly mixed in a complicated manner and though a separation according to the degree of sexual development has to be tried in such cases, this is not always successful. Fusion of different samples — even from the same locality — ought to be made only with great care. Abnormal individuals may be eliminated only if the samples dealt with are large enough.

13) The countings require the greatest exactness and conscientiousness, and have to be checked by engaging different investigators from different localities at the same material. This work appears to be specially suited to be undertaken by the Intern. Council for the Investig. of the Sea.

All investigators ought to pay regard to previous work on these lines and to avoid alterations in the methods, which serve only to increase the difficulties of comparison.

14) Differences in the results may be due to personal error or different mixtures in the material; they may be, however, the effect of variations occurring as consequences of slight changes in the exterior conditions of development. The occurrence of such changes need not necessarily contradict the hereditariness of the racial characters, the differences stated here being of different magnitude from the differences between the races.

15) The supposition of an easy reaction to exterior conditions and their change lies near at hand in the case of such fishes as the herring, but it does not involve the possibility of a complete transformation of one race into another as assumed in the case of the Norwegian vaarsild and the Bohuslän-herring. This hypothesis which requires also the transformation of a spring-spawner into an autumn-spawner is untenable and would shake our present biological notions to their very foundations.

16) It would be useful to set up a committee for the purpose of agreeing on certain characters and definite methods of investigation.

II. Untersuchungen über die Rassen der Nutzfische.

Von

Gustavo Brunelli.

1) Wenn die Frage nach der Existenz von Sonderrassen der Nutzfische schon r die nördlichen Meere wichtig ist, so ist sie vielleicht von noch grösserem Interesse für as Mittelmeer, zumal Tatsache ist, dass die grosse Variabilität der morphologischen erkmale bei den vorhandenen Fischarten die Existenz von vielen Lokalformen ver- uten lässt.

2) Es wird für uns sehr interessant sein (ich spreche für die Mittelmeer-Kommis- on), diese Untersuchungen zunächst für Arten mit weiter geographischer Verbreitung rzunehmen, wie z. B. die Makrele, über welche schon Arbeiten von Autoren sowohl r nördlichen wie der Mittelmeerländer vorliegen. Eine gleiche Bedeutung hat die Er- rschung der Lokalformen von Anchovis und Sardine, für welche die Arbeiten über den ering als Vorbild dienen können.

3) Betreffs der biometrischen Methoden schliessen wir uns vollkommen den kom- tenten Vorschlägen von Prof. Ehrenbaum an und erkennen die Notwendigkeit an, rmen für diese Methoden festzulegen.

4) Ebenso schliessen wir uns der Ansicht von Ehrenbaum an hinsichtlich der ichtigkeit des Studiums der Sexual-Zyklen für die Unterscheidung der Lokalformen d ihrer Poikilogonie (Giard).

5) Zeit und Dauer der Fortpflanzung werden zu präzisieren sein für die einzelnen ssen und ihre Gebiete, mag es sich um wirkliche Rassen oder um lokale Modifikationen ndeln.

6) Sehr interessant erscheint uns beim Studium der Lokalformen, ausser der Zeit r Fortpflanzung, die genaue Beschreibung der Entwicklungsstadien, besonders der ergangsstufen vom Larvenleben zum Erwachsenen. Es treten wirklich wie Lo Bianco seinen Studien über die Seebarbe klargestellt hat, bei nahe verwandten Arten wesent- e Unterschiede hervor, und es ist wahrscheinlich, dass dies auch für die Rassen der l sein wird. Das Studium der jungen Entwicklungsstadien muss in dieser Beziehung e angemessene Berücksichtigung erfahren.

7) Die Hauptschwierigkeiten werden darinliegen, die Lokalmodifikationen der lichen Variationen von einander zu unterscheiden.

8) Die Abschätzung der Unterschiede zwischen den Rassen, mit Hilfe mathema- her Formeln, sei es in Verbindung mit dem Studium der morphologischen Kontinuität

oder dem der Divergenz, stellt uns vor die ausserordentlich wichtige Frage nach der Variabilität der Arten, und es wird hier rätlich sein, die Methode der kombinierten Merkmale von Heincke anzuwenden, und vielleicht noch besser einen Kompromiss zwischen der Methode Heincke's und derjenigen von Plate zu schliessen, in dem das Wesentliche von beiden vereinigt wird. Die theoretischen Fragen der Variabilität, der Unterarten (subspecies), der Abarten (conspecies), des Formenkreises, der Anomalien (aberratio) und der Formen müssen vorurteilslos und folgerichtig beurteilt werden.

9) Der Ozeanograph und der Ichthyologe sollten, indem sie solche Fragen der theoretischen Biologie überlassen, lieber die normale Variation auf dem Meeresboden studieren, sowie auch die Einheit im Bilde der Biocönose (Möbius).

10) Da nach den klassischen Studien von Heincke die Variationen ähnlicher Merkmale bei nahe verwandten Arten einander überschneiden, so ergibt sich der grosse Wert der biologischen Merkmale, welche die Reproduktion und die Analyse der Genotypen betreffen.

11) Unter diesem Gesichtspunkte ist sehr zu wünschen, dass auch Kreuzungsversuche ausgeführt und studiert werden, was zu interessanten Schlüssen auch biologischer Art führen wird. Trotz der grösseren Schwierigkeiten im Falle der Meeresfische darf doch die Genetik keine Gelegenheit der Erforschung ungenutzt lassen wie z. B. der cytologischen Analyse der Gonocyten (Anzahl der Chromosomen) usw. Prof. Ehrenbaum wird gewiss zustimmen, dass die Gelegenheit benutzt wird, um die biometrische Methode durch die genetische zu ergänzen.

Summary.

Investigations on the Races of Food-Fishes.

By

Gustavo Brunelli.

1) If the study of the separate races of food fishes and the problems connected therewith are of importance for the northern seas, they are perhaps of even greater interest for the Mediterranean, where it is known that the great variety in the characters of the available species leads one to suspect the existence of many local forms.

2) It would be of special interest to us (speaking for the Mediterranean Commission), if the studies were first of all directed towards the species of wide geographical distribution, such as the Mackerel, concerning which we already have investigations both from northern countries and from those of the Mediterranean. Of equal importance would be the study of the local races of the Anchovy and Sardine, for which the Herring investigations could serve as model.

3) We are in full agreement with the adoption of biometrical methods as proposed by Prof. Ehrenbaum, as also with the necessity of standardizing these.

4) We agree also with Ehrenbaum in recognizing the importance of studies on the sexual cycle for the distinction of local races and their poikilogony (Giard).

5) The period and duration of reproduction should be determined for each race nd area, whether of true races or local modifications only.

6) What specially interests us in the racial studies, apart from the reproduction, s the exact description of the developmental stages, especially the intermediate stages etween the larval and the adult forms. As Lo Bianco has indicated in his studies on the Mullet, important differences rule here in nearly allied species and one would expect he same to hold good for races. More attention should therefore be paid to the study of he early stages.

7) The chief difficulties will be in distinguishing between the local modifications f the inherited characters (variations).

8) The method of estimating the racial differences by means of mathematical differential) formulae, whether in connection with the study of morphological continuity r of divergence, brings us to the extremely important question of the variability of the pecies, and here it would be advisable to use Heincke's method of combined characters; — better still perhaps the compromise between the two methods suggested by Plate, hich includes what is essential in both. The theoretical question of variability, of the ubspecies, conspecies, form-series, abnormalities (aberratio) and forms, should be in- estigated without prejudice and in proper order.

9) The oceanographer and the ichthyologist, leaving such questions to the theore- ical biologist, should rather study the regular variation on the sea bottom as well as the nity and constancy in the picture of the biocoenosis (Möbius).

10) From the classical studies of Heincke showing that the variations of similar haracters overlapped in allied species, we have learnt the great value of the biological haracters concerned with the reproduction and analysis of the genotypes.

11) From this standpoint it is desirable that intercrossing investigations should be ade, as we may expect interesting results from them, also of a biological nature. Owing the greater difficulties in the case of marine fishes, the study of genetics (Genetica) ould not neglect any possible method of investigation, e. g. the cytological analysis the gonozites (number of the chromosomes) etc. We believe that Prof. Ehrenbaum ill agree to coordinate the biometric and genetic methods.

III. The Herring's Scale as a Certificate of Origin. Its Applicability to Race Investigations.

By

Einar Lea.

Of whatever mode of procedure we avail ourselves in working out the race problems as far as the herring is concerned, one thing seems to me certain, viz. that these race investigations must be combined with the information as to the age and growth of the herring, and other particulars concerning the fate of each individual herring examined, which may be read from its scales.

The necessity of such combined observations seems to me to be quite evident, when morphological characters are studied, which are subject to variation with increasing age, e. g. the proportions of the body of the fish. But also for characters which may be supposed to remain constant after they have been developed in a young age, a co-ordination in the observational work seems to be a necessity.

To mention merely a single example I may refer to the observation made by me many years ago[1]) that Norwegian young herring caught simultaneously in a fjord in the north of Norway had on an average a distinctly different number of vertebræ when compared according to their different age-classes. JOHANSEN[2]) and myself has later on found similar differences, and whatever the explanation of these facts may prove to be, it seems clear that the comparison of biometrical data must be made by age-classes if we wish to avoid the obscurities arising from the fact that the year-classes of one and the same race exhibit marked differences.

But if this be the case, and if we shall be obliged to collect scale material from the individuals used for biometrical investigations, it would in my opinion be unpractical if we did not utilise this material to its full extent and so far as it may serve the race-investigations.

As it is my firm conviction that such an accurate and comprehensive analysis of the scales may be very helpful in the work with the race problems, I have decided on this occasion to try to make clear how the study of the scales may in the best way be com-

[1]) EINAR LEA: Age and Growth of the Herring in Canadian Waters, Canadian Fisheries' Expedition, 1914—15, Ottawa 1918, p. 160.

[2]) A. C. JOHANSEN: On the Summer-Spawning Herring (*Clupea harengus* L) of Iceland, Meddel. Komm. f. Havunders. Ser. Fiskeri, Bd. VI, Copenhagen 1921, p. 10.

bined with investigations aiming at the solution of the race problems. It will then in the first place be necessary to make it clear to ourselves with what information the herring's scales can furnish us.

In general it may be said that the peculiarities that may be observed on the scales of a herring, taken together, form a picture of the dependence of the herring, its reaction to the environment and the changes of environment in which it has lived and which it has passed through during the course of its life. By environment we must here understand a combination of what may be called the external environment, the water in which it lives with all its characteristics (temperature, salinity, amount of nourishment etc.), and what may be called the internal environment, that is to say, the physiological condition of the herring itself (e. g. its size and sexual development).

Viewed from this angle the annual rings on the scales reflect or become symptomatic of the reaction of the herring to the annually repeated changes in the environment. Even though it has not as yet been determined by experiment whether the formation of annual rings would stop if a herring were subjected to quite uniform conditions, there are, nevertheless, plenty of observations to show that the formation of annual rings must at least be influenced by changes in the external environment. A winter ring will under any circumstances be a sign of stagnation in growth, similarly as a summer zone is a sign of growth.

If we consider what the breadth of a summer zone means, we shall soon arrive at the conclusion that this, too, must be regarded as a picture of the influence on the organism of the external environment under other circumstances, but at the same time we must get it clear that this influence will differ according to the physiological condition of the herring. Let us for convenience convert the breadth of the growth zone into increase in length of the animal and consider an annual increase in length of 4 cm., first in a one-year old herring, then in a three-year old herring which is still quite infantile, then in a herring of the same age whose sexual functions are in course of development, and finally in an old herring, e. g. of 12 years.

For the one-year old herring this increase of 4 cm. which occurs in the second summer will be abnormally small when we think of herrings of the Norwegian race, and the breadth of the summer zone in this case means that the individual in question must have lived under bad external conditions, if we disregard the possibility of constitutional flaws or disease. The three-year old, but quite infantile herring which has been unable to increase its length by more than the same 4 cm. during its 4th summer will likewise be indebted to a comparatively unfavourable environment for its somewhat sub-normal growth in the 4th summer. The three-year old herring, on the other hand, which, owing to good growth in the previous years, has begun its sexual maturation and has nevertheless been able to increase its length by 4 cm. must have lived under comparatively good external conditions, and if it were really possible to find a herring that grew as much as 4 cm. in its 13th summer, we must necessarily infer that it had lived under quite abnormal but growth-promoting conditions. Hence the breadth of a growth zone and its place in relation to other growth zones will indicate the environment in which the herring has lived during the active period of growth (the summer).

Now, what about the winter rings? Can they give us any information beyond that of a past period of stagnation in growth? I am firmly convinced that they can, and shall attempt to show in what direction this information points. Since a conclusive documentation of the opinions stated in the following requires a close study of a very large material and since this has not as yet been arranged for publication, what is now communicated about the winter rings must be regarded as a preliminary report which will have to be completed later on. But since these observations on winter rings would seem to be a very promising aid to race investigation, I have, nevertheless, thought it right to mention them here. On the other hand, I shall confine my account to the bearing of these observations on race investigation, merely pointing out that according to my experience their importance in the work with other problems may perhaps be even greater.

Any one who has had occasion to observe scales from herring taken in very different waters must have seen that the appearance of the winter rings varies in different ways. The rings found in a single scale are rarely or never quite similar. One ring may, for instance, be more indistinct than another. Nor are the rings in two herrings of the same catch alike. The first winter ring in the scale of one herring may, for instance, be less sharp than the corresponding ring in the scale of the other herring. Further, there is a difference between corresponding rings in scales from different age-classes within the same race, and finally there is a difference between the corresponding rings in the scales, for instance, of a Norwegian spring herring and an Irish herring of the same age, taken at the same time. It is assumed that such comparisons are made between approximately similarly situated scales since, as known, there is a difference in appearance between the scales taken from different parts of the body of the same herring. All these differences of appearance are, I presume, well known to all who have occupied themselves with herring scales. But in analysing the scales, it is usually the object of the analyst to detect winter rings, and to count them and measure their distance from each other, hence he will, during this work, generally consider them from a quite unbiological angle, valuing them only according to the ease and certainty with which they may be detected and counted. According to this valuation, some races or individuals have scales that are "good", that is to say, well suited for determining their age, while other races or individuals have scales termed "difficult", because the rings do not appear plainly enough for the eye to distinguish them from the so-called secondary rings.

As far as I know, no one has hitherto made any attempt to answer the question as to what may be the reason why the rings look different. For my own part I may say that I have long pondered this question, and that I have also for some years worked systematically at the solution of it. When I have hitherto published nothing on this subject apart from one or two papers in Norwegian that touch lightly upon the matter, it is due in part to circumstances of no interest in this connection, in part to my desire not to complicate further the final solution of the disputed question as to the nature of the ring formation on the whole.

When now, however, the race problems are discussed, and it is my firm conviction that the race investigations will benefit greatly by these subjects being studied, it will

in my opinion be necessary to try to show what these differences in the appearance of the winter rings mean, and for what they may be utilised.

If once we have posed the question as to what is the reason why herring, for instance from the White Sea, have scales in which the rings are very sharply drawn in the surface relief (we might use the analogy: drawn with a pen), while the scales of herring from the Irish waters have blurred rings which it may be difficult to detect (analogy: drawn with chalk), then it is, in my opinion, quite easy to give the correct, general answer. The appearance of the rings, the character of them, is a consequence of the influence on the organism of the environment, just as was the breadth of the summer zone. The rings differ because the environment differed in the period when they were formed. Any one who, like myself, has observed the appearance of the rings in a very large number of young herring of the Norwegian race will, I believe, agree with me as to the correctness of this view. The young herring is found in the summer and autumn in the fjords and skerries along the coast, we may say from Stavanger in the south (and probably even further south) to Varanger in the remotest north-eastern part of Norway (probably even further east). A comparative investigation along these lines has revealed the fact that the rings are as a rule sharper in the young herring taken in the fjords of Finmarken than in the herring taken at the southern part of the west coast. On the present occasion I can only illustrate this fact, and that in a somewhat unsatisfactory way, by a few photographs (see the Plates). The facts must be proved in another way, to which I shall subsequently refer. To this assertion it would be only natural to raise the objection that we have no guarantee that the herring taken, e. g. in Finmarken, have grown up there, or that the stamp of environment received by the herring is really characteristic of those northern waters. To this I must reply that since the differences are actually present in the young herring year after year, and show transitions between the more southerly and the more northerly locations, it is at least very probable that the herring have had different habitats at any rate in the first years of life, and the natural assumption is that these habitats have not been very far from the places in which the herring were caught. On the other hand it cannot be denied that the older the herring we have to do with, the greater is the chance that they may have made such large migrations that they have come under essentially different conditions. In agreement with this possibility it has as a matter of fact turned out that when we are dealing with Norwegian herring with 3—6 summer rings, but still immature, we may, e. g. off the west coast and even as far south as the Skagerak, make catches in which the individuals, on analysis of the scales, prove to have a very different character, and that in these southern waters we may find herring of these age-classes which, according to what is shown by the scales, have lived their first years of life farther north. However, this observation, which has been made on several occasions, does not in my opinion invalidate our assumption of the influence of the environment on the type of the winter ring, on the contrary it supports it inasmuch as it has been made clear, by close observation, that the young herring leave the northern Norwegian waters at an age of, roundly, 3 or 4 years.

If we ask ourselves how a thorough analysis of the herring's scales may benefit race-theoretical investigations, it will be convenient to distinguish between two ways.

Biometrical observations may be combined in a more general way with observations of the scales. But special analyses of scales may also lend support to race investigations in certain cases.

In the general utilisation of scale analyses we must in the first place keep in mind the fact, previously mentioned, that the various year-classes within a single race exhibit certain greater or smaller differences in their biometrical characters, and it is obviously necessary, on comparing two or several samples of herrings, to compare the individuals, as they appear after measurement, arranged according to age-classes. I shall not enter more fully into this question, as I take it for granted that A. C. Johansen's work, especially, has fully shown the necessity of such a preceding analysis of age. The question is whether we can, by likewise utilising the results of the growth measurements and the observations that may be made on considering the different appearance of the winter rings, bring the race studies into such paths as may lead to valuable results. At the present moment, when no comprehensive work has been done in this field, I cannot give a fully decided opinion with regard to the utility of growth measurements, but it seems to me worth while to try to ascertain whether herring which, judging by other characters, belong to the same race, e. g. Norwegian herring, taken at spawning-time and in the spawning-places, show differences in their biometrical characters, once the material has been sorted according to the growth history of the individual. If an investigation shows, e. g. that herring of rapid growth possess biometrical characteristics other than those of herring in the same age-class that have had an unfavourable fate in this respect, problems will at any rate have arisen, the solution of which may be assumed to be of value in race investigation. The same will be the case if it is found that herring which, judging by their winter rings, have lived the first years of life in one area, differ biometrically from the individuals that, according to their type of scale, have lived elsewhere. A slight indication that such differences may occur is gained from the observation that the fat herring and small herring taken off the west coast of Norway in the autumn of 1927 seem to show a difference in the number of vertebræ when the oldest herring are compared with the youngest, and this difference may possibly be ascribed to the circumstance that, judging by the scales, nearly all the oldest herring had lived their first years of life in the far north, while the youngest herring had had their haunts in the fjords and skerries of the western part of the country. But of course the differences might also be explained by what might be termed year-class differences, they may be characteristic of each year-class as a whole.

What is at present sure is that the growth can show general differences, which will thus serve as a sort of accessory race characters. An example showing how herring of two stocks may be distinguished from each other when the herring are old is discussed at length in my report "On Age and Growth of the Herrings in Canadian Waters", p. 162. An artificially produced mixture of herring taken off the west coast of New Foundland with herring taken at the Magdalen Island in the Gulf of St. Lawrence is here dealt with. For herring from these two localities comparatively accurate mean values for the annual growth in the different ages up to 10 years were at hand, and for the experiment 10 herrings were taken at random from each collection of samples. The comparison which

led to a separation of the two groups of herring was made quite mechanically according to a method very similar to that indicated by HEINCKE for comparison by means of combined biometrical characters by help of the method of the least squares. Without entering into details of the method I will merely mention, that this quite mechanical, mathematical method resulted in 17 out of the 20 specimens being referred to their proper group. A similar result would very probably be obtained in the case of a comparison or sorting into groups of old animals in European waters where a sufficient number of growth characters can be used in the mathematical procedure, and when the investigator has beforehand procured sufficiently reliable mean growth values for the tribes of herring that can be considered. The difference in growth is, in fact, so great between for example Norwegian herring and herring from the North Sea, that it would be possible in this way to draw a comparatively sharp distinction by means of growth-data in those cases, where older animals from the two waters occurred intermixed.

That it has likewise been possible to demonstrate the presence of quite young alien herring in Norwegian waters will appear from the results of an investigation carried out last summer and autumn. At that time there arrived for investigation by me a catch of quite small herring taken in the skerries outside Bergen. There was nothing suspicious about this catch until it was ascertained by analysis of the scales that the animals, whose average length was 13.5 cm., had no winter rings on the scales. The normal average length of Norwegian herring that had no winter rings at this season was 10 cm., according to measurements made at the same time. When, after suspicion was aroused, the sample was examined for the number of vertebræ, it turned out, as expected, that the mean number was abt. 56,5, i. e. distinctly below and different from the mean number of vertebræ in Norwegian herring. Hence there can be no doubt that this catch does not belong to the Norwegian tribe of herring, and the important thing is in this connection that it was the study of the scales that led us to this observation.

But considering the method of studying the appearance of the rings on the scales I am able to give what I consider a definite proof of its utility. During the spawning season in the spring of 1928 a material comprising 1000 individuals from catches of spawning herring was collected for the purpose of comparing the several year-classes with regard to number of vertebrae. On examining the scales, it became evident that some of them (42) had a decidedly non-Norwegian appearance. And when the vertebrae-counts were available, it turned out that these 42 individuals, the age of which varied between 5 and 12 years, had an average number of 56.48 vertebrae, while the averages for the rest varied between 57.14 and 57.38 for the different year-classes. The differences between the average 56.48 and the others are in every case statistical quite sure, the index difference/error lying between 6 and 9. There thus seems to be no other plausible assumption than that even the spawning shoals have been slightly contaminated with non-Norwegian herring.

Hence, all in all it seems to me consistent and foresighted to include the analysis of scales in any more comprehensive plans for a biometrical race investigation.

There is, however, as mentioned, another and more special way in which careful observations of the scales may, after my experience, greatly and more immediately benefit race investigation.

As long as the rich age-class of the year 1904 set its stamp on all samples of Norwegian herring examined, it could as a rule be quite conclusively settled merely by an investigation of the age whether or not the sample of herring belonged to the Norwegian race, the age distribution in the Norwegian race being very peculiar and characteristic in those years. Quite similar facts have been observed for the Norwegian herring in more recent years, too, as will be shown by the appended Figure 1 (p. 27).

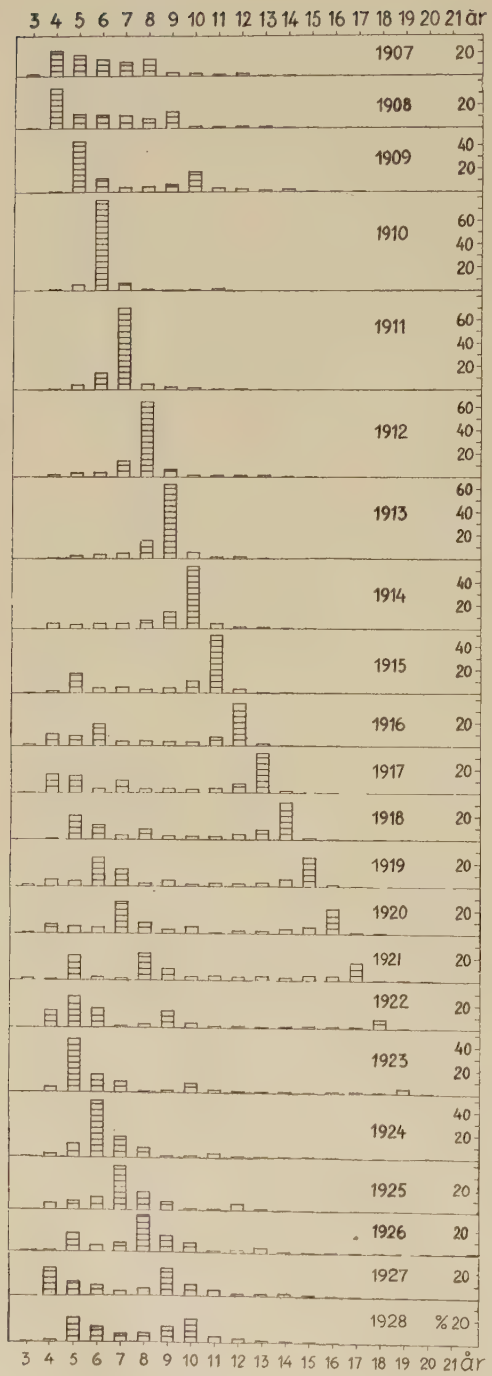
If further, in the analysis of scales, the analyst would take into consideration the peculiarities of growth shown by the Norwegian herring, which differ from one year-group to the other, he would in many cases obtain excellent holds, at least, for his assumption as to whether he had before him either a sample containing Norwegian herring or not. It is on the basis of such observations that I have previously asserted that Norwegian herring had been found in the spawning condition off the Færöes in 1910, intermixed with non-Norwegian (Færöese) herring. All my subsequent experience goes to show that this assertion, which was much questioned, was correct, and on the basis of my increased experience I still fully maintain it.

I consider it safe to say that if corresponding observations had been made with regard to the spring-spawning herring taken off the Shetland Islands in March-April 1923, it could with a fairly great degree of certainty have been established that most of these herring, too, were Norwegian herring, especially of the year-class 1918, which immigrated into the Norwegian spawning shoals in large quantities that very spring. A comparison of the numerical data given for these herring in Storrow's report[1]) and still more, perhaps, the two photographs appended to his report and for the simultaneous catches and scales of Norwegian spring herring shows such great agreement on the one hand, and on the other hand such a distinct difference from what is usually met with in the Shetland waters, that there can hardly be any doubt that the facts are as mentioned even if, unfortunately, there may now be no conclusive evidence to prove it.

Further, the history of growth of the different year-classes occurring in a catch may exhibit certain extremely characteristic and striking peculiarities which, precisely because they deviate from the normal, may very easily be observed and recognised. And these peculiarities will serve as an excellent aid, when we have to form an opinion as to what kind of herring are present in a sample sent in for biometrical investigation.

Here I think the following example from the investigations of recent years will serve as an illustration. In the summer of 1925 Swedish trial fishings for herring were undertaken at the mouth of the Skagerak. At the same time Norwegian fishing vessels had been sent out, which sent samples of their catches to the office of the Norwegian Director of Fisheries for examination. The Swedish Director of Fisheries, Dr. K. A. Andersson, who had examined the Swedish samples, sent me a letter in which he gave it as his opinion that his samples might possibly contain a mixture of Norwegian herring with other kinds of herring. The letter was accompanied by a couple of rough sketches of scales showing the arrangement of the annual rings in the presumed two different kinds

[1]) B. Storrow, Herring Investigations, I. — Herring Shoals, Dove Mar. Lab. Rep. (year ending June 30th, 1923).



of herring. It immediately struck me, merely owing to these two sketches, that it might also possibly be a case of two age-classes of Norwegian young herring with a very different growth history. I wrote Dr. ANDERSSON on this subject, and he very kindly lent me the preparations from one of his samples. A close comparison between the growth data found by the examination of the Swedish and the corresponding Norwegian samples from the same waters (Skagerak), showed such excellent agreement that there could be no doubt that the Swedish and Norwegian fishery-experiments had been made on the same shoals of herring. Further investigation brought to light the fact, that simultaneously with these different trial fishings, shoals of herring had been met with at the west coast of Norway a little south of Cape Stadt. Comparison with the growth data gathered from a sample from these shoals displayed the same agreement, and this agreement obtained added value in this question, because it turned out, that between the two age-classes in all the samples there was a great difference in growth between the two age-groups that could be compared (the age-classes 1923 and 1922).

The chief point of difference was, that the second summer's growth in the younger generation was in the main supernormally good, while in the elder generation it was subnormally bad. The consequence of this fact was, that the picture of the scales, or we might say the growth data, for the two age-classes differed widely and very characteristically. The most obvious assumption was that the samples from the Skagerak as well as the sample from the west coast of Norway (all taken practically at

Fig. 1. Age-composition during the seasons from 1907 to 1928 in the stock of Norwegian spawning herring, calculated by combining the samples from each year. The heights in the columns are proportionate to the numerical strengths of the groups, the age of which is indicated by numbers above and below.

the same time) represented branches of the same shoals or groupings of Norwegian herring. This, it appeared to me, rendered unnatural the assumption that the samples from the Skagerak should represent a mixture of two races, especially as my previous experience had made me familiar with the fact that two age-classes of the Norwegian race of herring may differ widely in growth.

Now in order to make a really decisive test of the assumption which, according to my judgment, was the most plausible, it was necessary to compare the growth material at hand from the summer of 1925 with corresponding growth material for the two age-classes from samples of Norwegian spawning herring, since a sufficient guarantee for the fact that these individuals at any rate belonged to the Norwegian race, would be found in the circumstance, that the age-classes would be found on the spawning ground and in the spawning condition. The first chance of doing this came in the spring of 1926, and considering that both generations were young, and considering, further, that none of the samples from the summer of 1925 did show such signs of development that

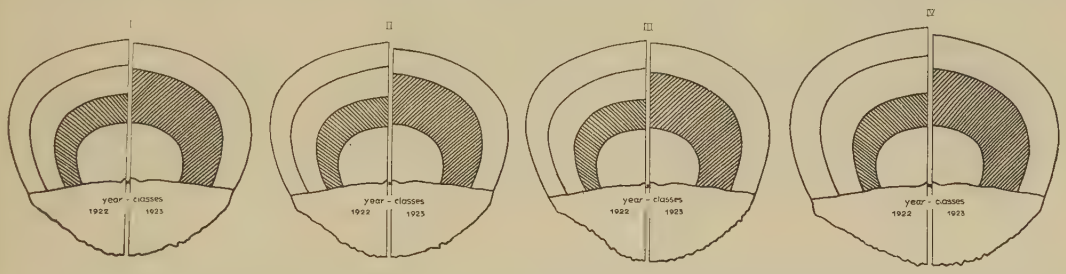


Fig. 2. Arrangement of winter-rings on the scales of herring belonging to the year-classes 1922 and 1923, caught together I: in the Skagerak by Swedish fishing experiments ult. July 1925, II: in the same area during Norwegian experiments during July-August 1925, III: at the west coast of Norway (Florö) ult. July 1925, IV: at the west coast of Norway during the spawning season (March-April) of 1926. The pictures represent in each case the average-arrangement of the rings, and the linear size of the pictures as measured from the growth-centre to the edge is proportionate to the mean-length of the herrings in question.

the individuals then caught might be assumed to be capable of reproduction already next spring, it might be expected, that the growth data furnished by the samples of spring herring must show somewhat higher average values than the samples from the summer of 1925.

In order to show, how the differences appear to the investigator the numerical mean data have been converted to pictures in the shape of diagrammatically executed scales (see Fig. 2).

As will be seen, the comparison shows in the first place the close correspondence between the samples from the summer of 1925 mutually, and between them and the samples from the spawning time in the spring of 1926. It shows, too, that these latter values really, as might be expected, lie somewhat higher than the corresponding values from the summer samples. After these results there could only be small doubt that the facts were as supposed, viz. that the young herring in the Skagerak and those of the west coast of Norway belonged to shoals or groups of still immature Norwegian herring.

By observations made in the time between then and now this assumption has been further confirmed by the data resulting from investigations both of immature herring taken in the summer and autumn of 1926 and 1927, and by investigations of the two year-classes as they appeared among the mature and spawning herring in 1927 and 1928, and in my opinion this whole series of investigations illustrates, how it is possible to identify or recognise Norwegian herring even if they occur in localities where one would not have expected them. This identification would of course have been still more certain if biometrical observations had been at hand for all the herring of the material. A thorough knowledge of the growth history of the different year-classes in a population of herring would thus in all probability serve as a good aid in the case of race investigations.

But in my opinion expert observation of the appearance of the rings would even more easily furnish the observer working biometrically with a clue to what race he is dealing with in a stated case, and quite particularly this form of observation would help him to distinguish from each other individuals belonging to different races found in mixture. Such mixtures of races no doubt occur frequently in nature, and the biometrical data resulting from the investigation of such mixtures must of necessity create great difficulties for that form of race investigation, since they lead to mean values lying between the values for what might be called pure samples and, still worse, they may have any intermediate value according to the proportion of the mixture. A case of such a mixture of two different races occurred in Norway in the summer and autumn of 1927. At that time shoals of herring occurred near Bergen which as far as the great majority were concerned must be assumed to be young Norwegian herring aged from $2^1/_2$ to $6^1/_2$ years. On the other hand the examination of the scales left the definite impression with me that some, though not very many, herrings of alien origin were intermixed with this group of Norwegian herring. To satisfy myself on this point, if possible, and to obtain as pure mean values and curves for the vertebræ counts as possible, the investigations were arranged in the following way. For my observation I received only scale preparations with which the serial number of the individuals and nothing else was given, while all the rest of the investigations were carried out by my assistant, Mr. Th. Rasmussen, without my having any knowledge whatever of his results. Mr. Rasmussen made investigations on the length, weight, sex, and sexual development, number of vertebræ, and number of vertebræ with open hæmal arch. I myself carried out the investigations on age, and type of scale, and notes were made in a separate table as to whether the type of scale seemed to indicate that the herring in question was Norwegian or alien. Out of the 679 individuals thus examined, 47 had scales, the type of which did not seem to be Norwegian. When all the basic observations were at hand, the vertebræ counts were plotted in frequency curves, the 47 suspicious herrings being kept apart. It then turned out that while the rest of the herrings had an average number of vertebræ of more than 57, and somewhat different for the different year-classes, the 47 suspicious herrings showed a mean figure of 56.6. This difference is more than sufficiently big to be of statistical importance, and if we consider the mean figures themselves compared with the corresponding mean figures for North Sea herring, we shall find that 56.5—56.7 will recur in most of the tables. The figures for the herrings whose type of scale gave no cause for suspicion that they

were not Norwegian came near to what has previously been found for Norwegian herring. In order, if possible, to throw more light on these figures I had vertebræ counts of Norwegian spawning herring made in the spring of 1928. The results were confirmatory.

For a further example showing the possibilities of this method of distinguishing the individuals in a mixture of different kinds of herring the reader is referred to Dr. E. S. Russell's note[1]) on a test carried out under rigid conditions. In about 90 per cent. of cases the method led to correct results.

Our considerations have led us to the result that a coordination of biometrical investigations and investigations on the scales would greatly benefit the first branch of works. Of course it will also be of great advantage to those whose problems are chiefly built up on the possibilities furnished by scale analysis, that such a coordination be brought about, and the advantages on both sides will be quite particularly felt in the case of international co-operation. On the other hand, it is quite clear that such a combination will involve certain technical difficulties as well as difficulties of organisation. Previous experience has shown that so comparatively simple a thing as age investigation by means of the scales has its difficulties when several people are engaged in them. These difficulties, which for the most part are due to the fact, that scale analysis in no small degree gives results in which the subjective element (the individual observer's sight, discrimination, and not least his experience and training) plays a great rôle, will easily lead to the result that the contributions from the various investigators in co-operation are not sufficiently comparable.

These difficulties, which can only be surmounted or reduced by the various investigators agreeing about certain conventions (e.g. about what we are to understand by accessory rings) will prove just as great in growth investigations, and they will appear in even greater degree in observations on the character or type of ring formations.

Nevertheless I consider it possible to indicate a plan of work which, if it is adopted, will allow different investigators to build their observations and evaluations of ring types etc. on a, so to speak, common foundation of experience by means of standard types of scales. For if all investigators working at scale analyses could come in possession each of the same set of uniform scale preparations, and if this set comprised a reasonable number of preparations for as many as possible of the existing races of herring, and further if this standard set of preparations could year by year receive an addition comprising the constantly added fresh year-classes of herring within the various races, a more objective investigation of real research samples could be carried out, viz. by comparison with these standard samples. The question is, whether it is possible to produce and further develop and keep up to date such standard sets of preparations in sufficient numbers. It might perhaps be practicable to carry out such a plan in the following way. Scale samples might be taken from a number of catches from different localities with so many scales in each that each participant in the co-operative work could get his own collection. I think, however, that I can indicate another method by which the purpose could be attained in a still better manner.

---

[1]) Rapp. et Proc.-Verb. Vol. XLIX, p. 108.

When some years ago I had realised the possibilities of a more detailed observation of the scales, it struck me how difficult it would be to convince any other person of these possibilities unless the preparation itself, or copies equal to it, could be produced and examined by the persons who wished to investigate and form an opinion of the matter. Since even close-lying scales in the same herring show minor differences of appearance, even duplicate collections of the observer's preparations would not quite serve the purpose, quite apart from the difficulties and expense of collecting and preparing so many scales from each individual as would be necessary to produce even a small number of duplicate sets.

As, nevertheless, the necessity presented itself of producing for the investigation of other observers the material of scales from which my own observations were drawn, I took up again some work which I had begun many years ago (1914) and which offered possibilities in the desired direction. At that time I wanted to prove by absolutely conclusive evidence, that the ring formations with which we dealt in our observations, were due to the refraction and reflection of the light in the external surface of the scales. This could easily be proved if exact copies of this outer surface of the scales could be made, and these copies could be compared under the microscope with the scales themselves. I succeeded in producing such copies and in proving my theory by the production of photographs of scales with corresponding copies. But unfortunately these copies which were taken on thin films of collodion saturated with ether were not durable and had to be photographed a few seconds after production. When I now again took up the work of producing exact copies of herrings' scales, I deliberately kept in view the purpose that besides being quite exact the copies must be able to last indefinitely, while they must be produced in an economical way and in a sufficiently great number. The problem was solved in such a way that it is now possible, for instance, to back up a work on scale analysis with plates showing the copies, which may serve not only as illustration material, but by the aid of which the curious but critical reader may make the same observations as the author himself has made. If a treatise is to be accompanied by a fairly large number of copies the expense of reproduction, which decreases considerably with an increasing number of scales, will be less than the cost of even a comparatively scanty supply of photographic reproductions of scales. Any one who has to do with herrings' scales and has attempted to produce good photographs of them, will realise how little of what can actually be seen on the scales themselves appears even in a successful photograph. The above-mentioned copies of scales must be considered as equal to, or even better than, the original scales. They give an exact special copy of the surface relief of the scales in the smallest details, and the observation of this surface relief will not, as in the real scale, be disturbed in any way by those refraction and polarisation phenomena which occur, when the light penetrates through the inner structure and which in some cases hinder the reading. The technical details of this method of reproduction are of no importance in this connection; all we need say is that the original material of scales is in no way damaged by the process. If this method of reproduction were employed in such a way that a suitable material of types from the spawning herring of the different waters were collected for reproduction every year by the nearest investigator, and

if this material of types were reproduced in, let us say, 100 copies, while at the same time the negative matrices produced during the process were preserved, any one engaged in the work with herring scales could be provided with a set of copies of the standard plate serviceable for comparison, and in the future several sets of copies could be produced according to requirement, if it proved desirable.

Besides the value such a production of scale copies would have for the special task which I have attempted to elucidate, it will, if augmented to a reasonable extent, year by year assume increased independent value as research material. I can say this because I can truly declare, that the collection of scale material found at the office of the Director of Fisheries at Bergen has been far from thoroughly investigated as yet, nor could it be, for the simple reason that several problems, important enough, could not be set until a certain sum of knowledge had been gained.

Such a collection of scale copies which might be accessible to any one who liked to work on it, would seem to me to be eminently suited to be an international undertaking. It is, then, in the first place highly desirable, if not absolutely necessary, that the institutions engaged in the investigation of herring in the various countries perform their share in the preparatory work necessary for the realisation of the plan by providing a fundamental material of scales from the races of herring which they have made the special subject of their investigations. In the next place it would be natural that the funds for carrying out the plan should be provided, at any rate in part, by each participating country contracting for a greater or less number of copies of each plate produced. In this connection we may point out the possibilities of such plates of copies as material for instruction in the institutions that have introduced or intend to introduce the analysis of scales in their classes in biology.

The material of copies in hand would be kept in the archives of the International Bureau together with a number of the negative matrices from which further copies could be made. It is a matter of course that a table (typewritten) should be appended to each plate, containing as far as possible complete data of the observations on the herring to which each copy belongs.

The carrying out of such a plan presupposes an interest in it in the various centres of investigation. It necessitates an annual — not very large — budget of expenses which might partly be defrayed by susbscription. And finally it necessitates the establishment of a rather simple technical plant to which the originals of the scales could be sent for copying.

However, it is my conviction that the carrying out of such a plan would be an admirable and legitimate task for international co-operation, a task which, as previously mentioned, would benefit the race investigations, and also render service to those investigations which draw their material for observation principally from the study of the scales.

Our consideration of the subject chosen leads, broadly speaking, to the conclusion that the investigations into the races of the herring may be considerably furthered by combining the morphological kind of making observations with a close scrutiny of what can be observed on the scales of the herring.

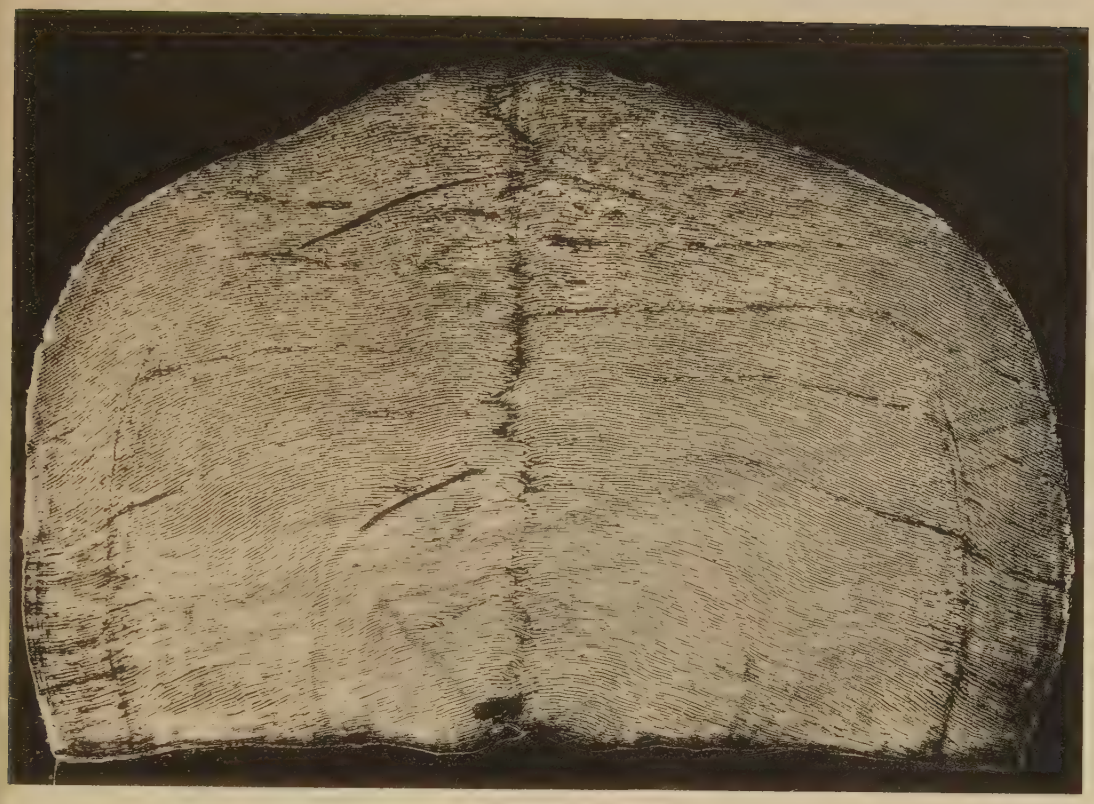
These scale-readings will in many cases give clues which can be verified by morphological observations or contribute to a better planning of the work.

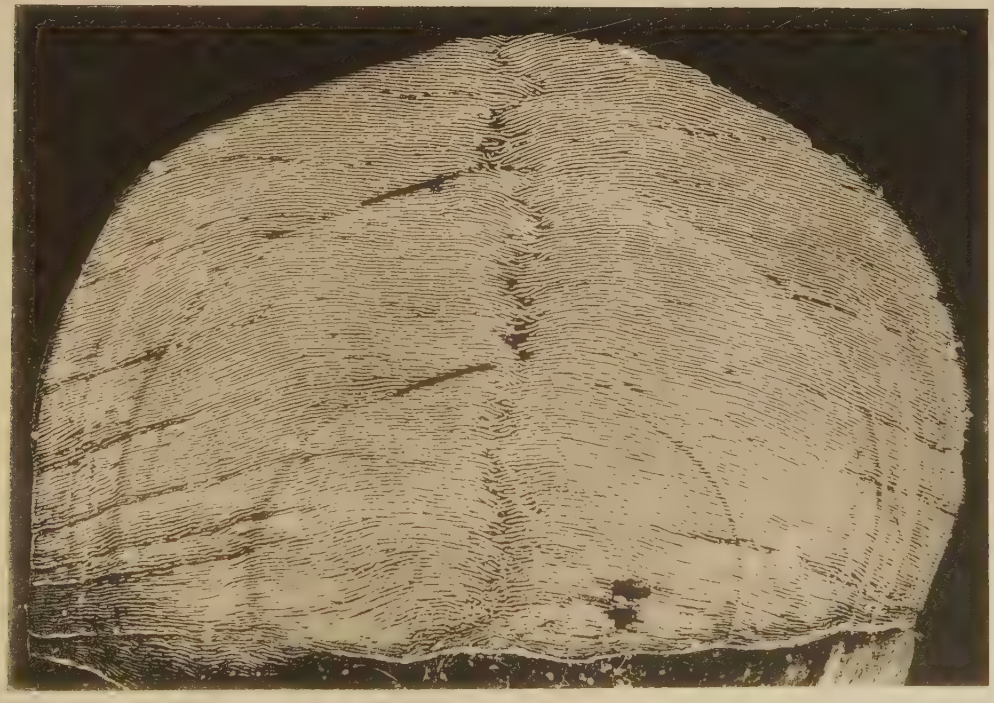
It is to a certain extent legitimate to compare the race-investigations with the modern manner of tracking and identification of criminals by means of bertillonage, finger-prints and photographs.

The morphological measurements and their treatment show a very great likeness to Bertillon's system (HEINCKE himself mentions BERTILLON's work in very appreciative terms). The information gained by a full utilisation of the scales of the herring is of a more manifold kind. Some of it, e. g. the growth studies, has resemblance to bertillonage too, but, all taken together, the scale may be likened to the photographs in a criminal register: they render possible quantitative measurements, but they show as well those many small details which do not easily lend themselves to measurement, but which, when viewed in combination, represent what may be compared to the expression of a human face.

Plate 1.

Above: Scale from a herring from Irish waters with diffuse winter-rings.
Below: Scale from a herring from Norwegian waters with three sharp winter-rings and one more diffuse. Interpretation: the three first winters passed in northern waters, the fourth elsewhere. The herring was caught in spawning condition at the west coast of Norway.





Above: Scale from a young herring caught at the west coast of Norway and showing two diffuse winter-rings.

Below: Scale from a young herring caught at the north coast of Norway and showing two sharp winter-rings.

IV. Les races locales de la Sardine des Côtes Françaises (Manche et Atlantique).

Par

Ed. le Danois.

La question des races locales de la sardine intéresse à la fois tous les pays riverains de la Manche et de l'Atlantique, et a toujours figuré dans les programmes du Comité du Plateau Continental Atlantique.

Je vais exposer brièvement ce qui a trait aux races locales des sardines des côtes françaises, en laissant le soin à Monsieur Fernando de Buen et au Dr. Ramalho d'exposer les résultats de leurs études sur les sardines d'Espagne et de Portugal.

C'est à mon collègue Fage, Sous-Directeur de Laboratoire au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, que revient en grande partie le mérite d'avoir précisé les questions ethniques de la sardine des côtes françaises.

Ses recherches, commencées vers 1910, ont été fructueusement poursuivies jusque vers 1920. Le travail de Fage qui appartient à la série de ceux publiés à propos de l'expédition danoise du »Thor« fait actuellement autorité au point de vue de l'ethnologie des Clupéidés atlantiques et méditerranéens.

Dans ces dernières années, la question de l'étude des races locales de la Sardine a été reprise par les soins de l'Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes.

M. Paul Arné, délégué de cet Office dans le Sud-Ouest, et M. Jean le Gall, chef du Laboratoire de Boulogne s/Mer, ont apporté leur contribution à cette vaste question, complétant sur certains points les remarquables travaux de Fage.

Fage, Arné et le Gall différencient 3 races ou 3 groupes de races dans le secteur qui comprend la Manche et l'Atlantique Français.

Ces races se distinguent avant tout par leurs différences de croissance. Elles se distinguent également par leurs formules vertébrales. Enfin leurs sensibilités aux conditions du milieu physico-chimique semblent également différentes.

Nous désignerons ces trois races ou groupes de races provisoirement sous les noms suivants:

1) Race du Golfe.
2) Race de Bretagne.
3) Race de la Manche.

Nous allons préciser rapidement les caractères de chacun de ces trois groupes.

A. Race du Golfe.

Cette race a été particulièrement étudiée par Fage et Arné.

Elle semble, d'après tous ses caractères, extrêmement apparentée aux races de l'Atlantique Méridional. Un grand nombre de caractères la rapprochent notamment de la sardine des Açores.

Au point de vue de la croissance, on doit signaler que dans la première année, cette sardine grandit avec une extrême rapidité et je citerai comme type la sardine de St. Jean de Luz qui, dans son stade L_1 atteint de 128 à 133 millimètres.

Ce caractère de croissance rapide à l'origine est du reste bien conforme à la règle commune aux animaux subéquatoriaux qui sont, à âge égal, surtout à l'origine, plus développés que les animaux de même espèce dans les régions septentrionales.

Dans les années qui suivent, et notamment vers la fin de la seconde année (Stade L_2) cette croissance se ralentit et en prenant les moyennes données par Fage et Arné, nous trouvons environ:

155 mm pour L_2
175 mm pour L_3
187 mm pour L_4
195 mm pour L_5
200 mm pour L_6

La formule vertébrale de ces sardines varie entre 51,69 et 51,74.

Si l'on examine le pourcentage des prises au point de vue de la proportion revenant à chaque classe de sardines, on constate, d'après les observations faites par Arné à St. Jean de Luz, sur plusieurs années et sur des lots importants, que ce pourcentage est le suivant:

L_1	40 %	L_3	3 %	L_5	1 %
L_2	52 -	L_4	3 -	L_6	1 -

Par conséquent, la plus grande partie de la prise dans cette région est faite aux dépens des immatures et des très jeunes poissons atteignant leur maturité sexuelle.

Ces jeunes sardines se trouvent à proximité de la côte, en surface, entre les mois de Novembre à Février. Les fluctuations de la pêche dépendent énormément des conditions de température. Le minimum de la température requise pour leur atterrissage est environ de 14°. La salinité moyenne des eaux dans cette région est de 35,4 p. 1.000.

B. Race de Bretagne.

Les données que nous présentons ici sont empruntées aux travaux de Fage et de le Gall.

Par de multiples caractères, la sardine Bretonne — il s'agit surtout de celle qui

fréquente la côte sud de la péninsule armoricaine — est voisine de la sardine du Golfe de Gascogne et il est possible que les races intermédiaires marquent encore cette parenté.

Au point de vue de la croissance, la sardine Bretonne est légèrement moins précoce que la sardine du Golfe et, ce caractère est fort important, elle reste toujours, quel que soit son âge, à des tailles relativement restreintes.

D'après les chiffres fournis par Fage et le Gall, nous avons les moyennes suivantes:

L_1	116 mm	L_3.....	170 mm	L_5.....	179 mm
L_2	156 -	L_4.....	176 -	L_6.....	183 -

C'est vers la fin de la seconde année que la croissance se ralentit d'une façon absolument marquée dans la sardine de la race de Bretagne et, à partir de la quatrième année, sa croissance devient extrêmement lente.

La formule vertébrale de la sardine Bretonne varie entre 51,74 et 51,78.

Elle semble donc légèrement supérieure à celle de la sardine du Golfe.

Si on examine le pourcentage des prises d'après les chiffres fournis par le Gall sur un lot important pris à Audierne on obtient les proportions suivantes pour chaque classe de sardines:

L_1	36 %	L_4.....	4 %	L_6.....	8 %
L_2	40 -	L_5.....	4 -	L_7.....	4 -
L_3	4 -				

Ainsi, de même que dans la race du Golfe, la majeure partie des captures est constituée par de jeunes sardines. Toutefois, la proportion des types L_3 et suivants se trouve largement accrue.

Les sardines de la race Bretonne se trouvent à proximité de la côte S. de la péninsule Armoricaine surtout en Juillet et Août, en surface. La température optima pour cette race varie de 12° à 14°.

La salinité moyenne des eaux dans cette région est de 35,3 pour 1.000.

C. Race de la Manche.

En réalité, cette race est commune à la Manche et à la Mer du Nord et nous ne pouvons séparer les observations qui ont été faites par Storrow sur la côte de Northumberland de celles effectuées par Hjort sur les sardines de Cornouailles, par Allen et Lebour dans la région de Plymouth.

A ces observations antérieures interprêtées déjà par Fage, s'ajoutent de nouveaux résultats obtenus par le Gall, d'une part sur un lot de sardines venant de Plymouth et enfin sur les célans de Boulogne.

La superposition des courbes de croissance montre que l'on se trouve en présence d'une population unique pour toute cette vaste région.

La sardine de la Manche est moins précoce dans sa croissance que celle des autres mais, par contre, cette croissance continue avec régularité au delà de la deuxième année et permet aux individus de cette race d'atteindre des tailles infiniment plus considérables que celles que nous avons indiquées à propos des sardines du Golfe et de Bretagne. Ce

retard dans la taille au bout de la première année est particulièrement indiqué dans les sardines de la Mer du Nord (Northumberland). Mais en revanche, ce sont celles-ci qui arrivent aux dimensions les plus grandes. En effet, d'après Storrow nous voyons que pour la sardine de Northumberland, la taille au Stade L_1 n'est que de 91 mm. Par contre, à la 6e année, au Stade L_6, cette sardine atteint 233 mm.

En laissant de côté cette race un peu spéciale installée en Mer du Nord, nous trouvons pour l'ensemble de la population de la Manche les moyennes suivantes:

L_1	107	L_3	200	L_5	223
L_2	165	L_4	215	L_6	228

La formule vertébrale de ces sardines est notablement plus élevée que celle des autres races. Elle varie autour de 52,25 avec une légère réduction pour les célans de Boulogne dont le Gall donne comme moyenne 52,03.

Table 1. Longueurs moyennes des différentes classes de Sardines.

Provenance	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	Auteurs
Atlantique méridional	116	159	176	187	195	199	Fage
St. Jean de Luz	130	153	175	187	196	200	Arné
Audierne	120	157	168	174	179	183	Le Gall
Concarneau	114	156	172	180	..	..	Fage
Plymouth	123	175	204	219	226	231	Le Gall
Cornwall	101	163	193	212	221	231	Hjort
Manche	95	161	196	213	224	226	Fage
Northumberland	91	160	199	216	227	233	Storrow
Boulogne	115	177	209	217	223	226	Le Gall

Au point de vue du pourcentage des prises, nous distinguons, d'après les données fournies par le Gall, la proportion dans les captures des pilchards de Plymouth et des célans de Boulogne:

	Plymouth	Boulogne		Plymouth	Boulogne
L_1	0	0	L_5	29,1	19,9
L_2	2,5	2,2	L_6	27,9	37,7
L_3	7,6	8,8	L_7	11,3	11,1
L_4	17,7	17,7	L_8	3,8	2,2

Ce qui frappe immédiatement dans ce pourcentage, c'est l'absence presque totale de ces jeunes sardines qui constituent dans les deux races précédentes la majorité des lots. Par contre, les sardines âgées se montrent en grand nombre; notamment, pour Plymouth elles représentent les Stades L_5 et L_6 et pour Boulogne, le stade L_6 qui est absolument prédominant.

Les sardines de Plymouth sont prises en profondeur, au chalut, de Janvier à Avril et de Septembre à Octobre, et de Juin à Novembre en surface. Celles de Boulogne sont prises en surface en Octobre, Novembre et Décembre.

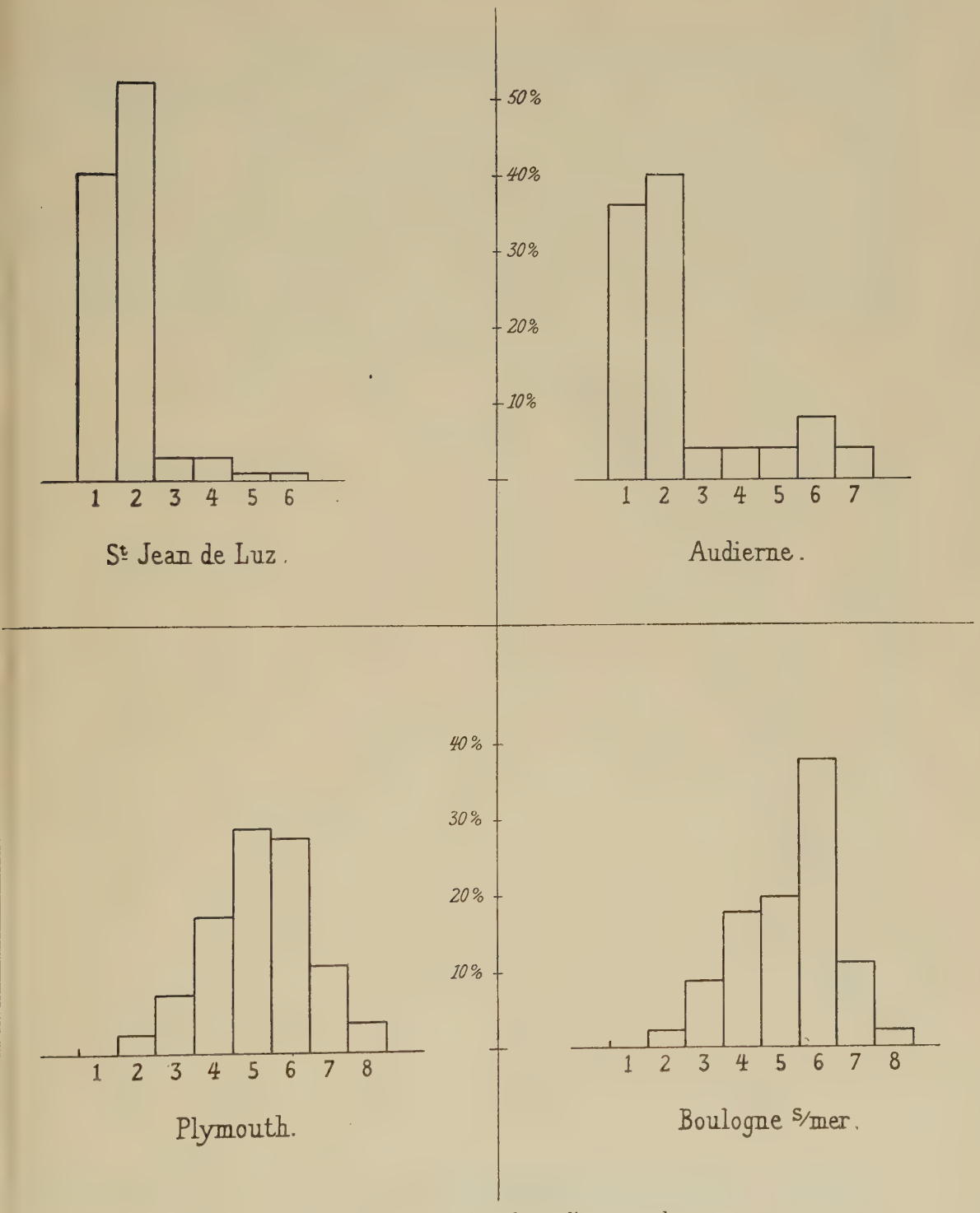


Fig. 1. Pourcentage des prises de sardines par classes.

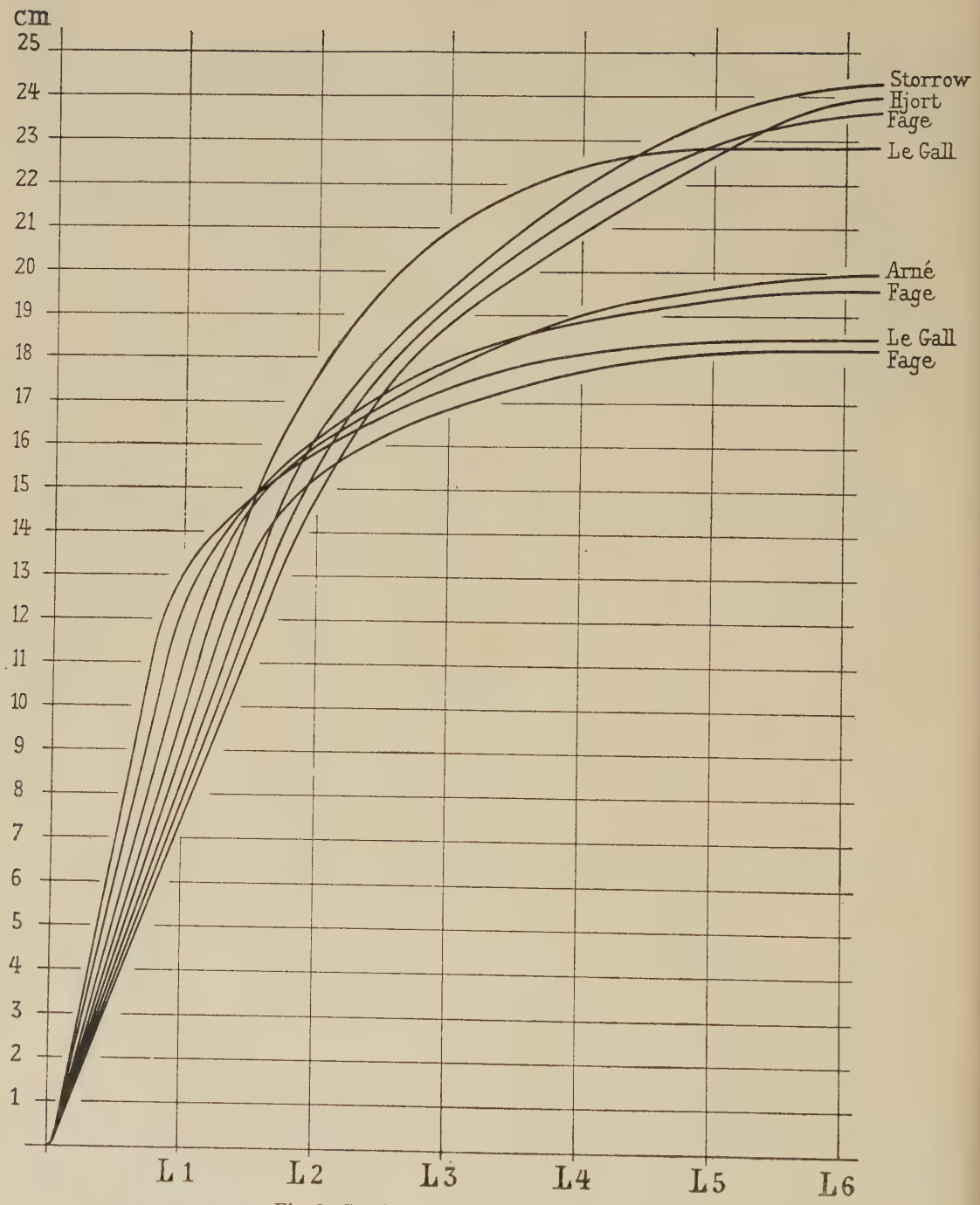


Fig. 2. Courbes de croissance des sardines.

D'une façon générale, la température optima varie de 10 à 12°. La salinité moyenne des eaux de la Manche est d'environ 35,2 p. 1.000.

On connaît d'une façon précise une aire de ponte dans les parages du phare d'Eddystone. C'est la seule aire de ponte connue d'une façon précise en Manche.

Fage et le Gall insistent tous deux sur le fait curieux que l'on n'a pas trouvé jusqu'ici dans cette aire de sardines correspondant au Stade L_1.

Tels sont les caractères principaux des trois races de sardines des côtes françaises.

Cette étude est loin d'être complète, aussi sera-t-elle continuée dans les années ultérieures. J'espère notamment, qu'à partir de cette année, une étude va être entreprise sur la sardine des Sables d'Olonne qui apparaît normalement en Juin, en surface, dans cette région et que cette étude permettra ou d'établir une nouvelle race locale intermédiaire entre la race de Bretagne et la race du Golfe, ou d'étendre l'aire de distribution de l'une ou de l'autre de ces races.

V. Étude des Sardines des Côtes d'Espagne.

Par

Fernando de Buen.

Depuis quelques années l'Institut espagnol d'Océanographie a entrepris méthodiquement l'étude de la biologie de la sardine.

A cette fin, on a réalisé des travaux côtiers sur le Cantabrique, en Galice, dans le Golfe de Cadix, le Protectorat du Maroc et dans la Méditerranée, spécialement à Malaga et dans les îles Baléares.

Le problème de la sardine a pour l'Espagne un intérêt tout spécial: sur les côtes atlantiques de notre pays on en capture annuellement plus de 100 mil tonnes et sur le le littoral méditerranéen quelques 25.000 tonnes.

Actuellement les travaux se suivent avec grande activité, mensuellement, et en même temps sur trois points stratégiques, où l'Institut espagnol d'Océanographie a installé des laboratoires: à Santander au Nord, Malaga au Sud et aux îles Baléares.

Nous tâcherons d'indiquer dans la forme la plus resumée le résultat de nos travaux, que l'on peut consulter *in extenso* dans les publications qui figurent dans la liste finale.

Pour déterminer l'époque de la ponte, on a recueilli des exemplaires en différents lieux de la côte, et partout, tant au Nord de l'Espagne (Santander), Nord-Ouest (Vigo), comme au Sud de la Méditerranée (Malaga), la sardine se trouve en pleine maturité pendant l'hiver.

Nous avons suivi à Malaga et à Vigo avec plus d'attention le cycle annuel de la maturité sexuelle de cette espèce, et nous trouvons pour les exemplaires atlantiques uniquement la différence d'un mois de retard.

A Vigo, après avoir passé les mois d'Avril à Septembre avec développement lent des organes sexuels, en Octobre et Novembre la maturité s'achève rapidement. L'époque de la ponte coïncide avec les mois Décembre à Mars.

Il faut noter que pendant l'hiver, la sardine de Vigo fait un déplacement vers le Sud, où doit se trouver son aire de ponte.

A Malaga, la maturité rapide se fait en Septembre et en Octobre, et la ponte se réalise de Novembre à Mars.

L'évolution sexuelle est en relation intime avec l'engraissement périodique de la sardine. Les exemplaires du littoral atlantique d'Espagne, très maigres au mois de Mars,

commencent le magasinage de matières grasses vers les mois d'Avril et Mai, en se préparant pour la maturité rapide des mois d'Octobre à Novembre.

A la fin de l'été, bien nourries et grasses, les sardines constituent en état frais une alimentation très appréciée.

Dans le laboratoire de Malaga, on a pu suivre de manière détaillée la relation entre la température des eaux et la maturité sexuelle, et la proximité de la ponte de cette espèce.

Pendant l'élaboration génitale, la moyenne de la température augmente successivement de 12 degrés en Avril à 21 degrés en Août; la maturité sexuelle commence avec les plus hautes températures de l'eau, ayant lieu rapidement dans les 17 et 18 degrés.

La ponte se fait à la température la plus basse, autant dans l'Atlantique comme dans la Méditerranée; elle s'achève à Malaga entre les 11 et 15 degrés.

Sachant donc à quelle époque et dans quelles conditions la ponte se fait, nous nous sommes conduits, en étudiant les statistiques des pêches, de découvrir l'aire de cette ponte.

Dans toute l'Espagne atlantique ainsi qu'au Portugal, la pêche de la sardine est abondante à l'époque de son alimentation active et pendant que mûrissent ses organes sexuels, mais une fois le moment de la ponte venu, nous ne trouvons plus que deux aires privilégiés, qui sont la province de Vizcaya, sur le littoral du Cantabrique, et au centre du Portugal, principalement en face de Sétubal.

Nous citons cet aire de ponte supposé au Portugal, que nous signale la statistique de la pêche d'hiver, pour être la clé du problème des côtes de Galicie, qui forment la limite de dispersion de l'une des races de la sardine qui y paraissent exister.

Nous avons mesuré et étudié l'âge de centaines d'individus, déterminant leur âge par l'observation de la discontinuité de la croissance des écailles. A Vigo, entre mil cinquante six sardines, la plus petite mesurait quatrevingt-douze millimètres, à Santander celles de soixante-quinze millimètres (avec un poids de 2,40 grammes et d'un volume de 2 centimètres cubics) se trouvent en abondance.

Dans la Méditerranée, aussi au Sud de l'Espagne atlantique et sur les côtes du Maroc espagnol, on peut suivre l'évolution de la sardine dans le littoral, en y trouvant entre des exemplaires nouveau-nés des individus intensement pigmentés, de toutes les grandeurs.

Cette différence de mesures nous explique la limitation supposée des aires de ponte. Dans les lieux les plus éloignés on ne pêche que des grandes exemplaires, et dans la région voisine au lieu de concentration hivernale des adultes, des individus de dimensions petites.

Par exemple, on voit à Tanger et aussi à Malaga, des sardinettes qui sont pêchées près de la côte dans les filets du littoral, d'une grandeur de 36 à 40 millimètres, dont le corps est transparent et laisse voir les organes internes, entourés du péritone argenté. Cette transparence se constate chez des individus de 40 à 50 millimètres seulement en plein dos, elle se perd chez des poissons de 50 à 60 millimètres.

J'ai séparé dans la sardine, après sa phase d'embryon dans l'oeuf, la phase vésiculée, lorsqu'elle supporte le vitelo nutritif, suivi par l'état de larve pélagique,

et après la phase métamorphique ou chromogénique, qui coïncide avec l'arrivée de la sardine aux côtes, se terminant par la phase de jeune poisson.

Nous avons étudié l'âge sur des individus de Vigo, trouvant:

un cinq pour cent d'exemplaires de l'âge d'un an,
- 46,6 — — — d'un à 2 ans,
- 37,4 — — — 2 à 3 —
- 10,6 — — — 3 à 4 —
- 0,4 — — — 4 à 5 —

à la longueur moyenne suivante:

d'un an	127,2 mm
de deux ans	163,2 —
de trois ans	176,2 —
de quatre ans	186,8 —

Nous devons entreprendre des pêches intensives pour découvrir les zones de la mer où les oeufs de la sardine se trouvent en plus grande nombre pendant l'hiver, pour nous mettre à même de nous assurer d'une manière décisive du lieu de la ponte de cette espèce. Toutefois, en vue des études réalisées jusqu'à présent nous pouvons croire, que la sardine pêchée sur les côtes atlantiques espagnoles a deux aires de ponte, l'une voisine au fond du Cantabrique, et l'autre sur les côtes du Portugal.

Dans la Méditerranée, aussi bien qu'au Sud de l'Espagne et du Maroc atlantique, l'aire de ponte de la *Sardina pilchardus* paraît avoir une ample extention, étant donné que l'on trouve d'exemplaires très petits sur tous les lieux étudiés.

Biologiquement, on découvre trois groupes différents dans l'Atlantique, avec leur aire de ponte hivernale, leur zone de dispension pendant leur active alimentation, l'engraissement qui suit et la maturité progressive de leurs organes sexuels. Un groupe du Cantabrique, un autre atlantique et un troisième de la mer d'Espagne.

A mon avis, c'est la limitation des aires, avec leurs lieux de ponte limités et leur zone de plus grande dispersion, dans un territoire restreint par des conditions océanographiques, celle qui signale l'existance des différentes races des poissons.

Bibliographie.

F. de Buen. La pesca marítima en España en 1920 — Costa Sud-atlántica y Canarias. — Boletín de Pescas, 1922, p. 341.

— La biologie de la sardine en Galicie (Espagne) — Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sc., t. 178, p. 2125, 1925.

— Estudio de la edad por las escamas en sardinas (*Clupea pilchardus* Walb.) de Vigo — Notas y Resúmenes. Ser. II, no. 8, 1925.

— Une mutation de la *Sardina pilchardus* (Walbaum)? Bull. Soc. Zool. de France — t. LI, no. 3, 1926.

F. de Buen. Notas preliminares sobre la biología de la sardina — Notas y Resúmenes. Ser. II, no. 15, 1927.

— Notes et bibliographie sur la biologie de la sardine. Rapport Atlantique 1925. Rapp. et Proc.-Verb., Vol. XLIV. Cons. Int. pour l'Expl. de la Mer. 1927.

— Sustitución alternativa de especies emigrantes. Boletín de Pescas. no. 135. Nov. 1927.

— Biología y pesca de la sardina, *Sardina pilchardus* (Walbaum) — Lugares y épocas de pesca. — Boletín de Pescas. Abril 1928.

— Biología y Pesca de la sardina, *Sardina pilchardus* (Walbaum). Pesca con Cerco real. Boletín de Pescas. Sept. 1928.

F. de P. Navarro. Estodios sobre los Clupeidos de Baleares. — I. Estados jóvenes de la sardina (*Clupea pilchardus*, Walb.). Notas y Resúmenes. Ser. II. no. 9, 1926.

VI. Contribution à l'étude des races de la Sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) au Portugal, à Madeira et aux Açores.

Par

Alfredo Ramalho.

Avant de présenter les observations sur la Sardine au Portugal, à Madeira et aux Açores au point de vue de la connaissance des races locales, il ne sera pas inutile de signaler l'importance de la pêche de cette espèce dans les mêmes régions.

Le manque de données statistiques en poids pour la période antérieure au 1er Janvier 1927 ne nous permet d'avoir que des indications indirectes déduites de la statistique des valeurs. Il y a quelques années, en 1914, M. Hoek a entrepris ce calcul pour les années 1901—1908 et a trouvé une quantité moyenne de 35.500 tonnes environ de sardine pêchées par an[1]). Il ne serait pas impossible de faire un calcul identique pour la période postérieure à 1908, mais pour notre but actuel on peut se servir d'autres moyens.

La statistique de l'exportation portugaise de sardine en conserve à l'huile, salée ou même à l'état frais, est donnée d'une façon très rigoureuse par la Douane et exprimée en poids brut. Le graphique ci-joint (fig. 1), élaboré avec ces indications, montre très nettement que l'exportation de sardine du Portugal s'est continuellement développée à partir de 1900, première année qui figure sur celui-ci. Jusqu'à 1908 l'exportation totale va en grandissant et arrive à 23.000 tonnes par an, environ. Il ne faut pas oublier qu'en plus de l'exportation il existe, et en grande échelle, la consommation locale à l'état frais. La différence entre les chiffres de M. Hoek et ceux de l'exportation y trouve une explication très plausible. Après 1908 l'exportation a toujours continué à augmenter, avec quelques baisses, particulièrement en 1914, 1920—21 et 1924—25, mais elle se maintient aux environs de 45.000 tonnes par an.

A partir du 1er Janvier 1927, le service chargé d'organiser la statistique des pêches au Portugal commença à tenir compte non seulement de la valeur du poisson débarqué, comme il le faisait jusqu'à cette date, mais aussi du poids du produit de la pêche. Cette statistique, soit dit en passant, est basée, pour ce qui a trait à la valeur, sur le

---

[1]) P. P. C. Hoek, Les Clupéides (le Hareng excepté) et leurs migrations. II. La Sardine (*Clupea pilchardus*, Walb.), Rapp. et Proc.-Verb. des Réun., Cons. Perm. Intern. p. l'Explorat. de la Mer, Vol. XVIII, Copenhague, Janvier 1914, P. 53—54.

prix de vente aux enchères qui est obligatoire pour tout poisson qui arrive aux ports. Cette vente est faite en présence des fonctionnaires douaniers lesquels prélèvent un impôt *ad-valorem* sur le montant de la vente. Les données de la valeur sont donc très rigoureuses et ne sont passibles que d'une correction probablement minime pour la petite quantité de poisson débarqué en contrebande, si on peut dire. Pour l'indication du poids, les mêmes autorités ont maintenant des instructions pour évaluer, après des essais directs faits en pesant le contenu des récipients usuellement employés pour la décharge ou le premier transport du poisson, la quantité de poisson apporté quotidienne-

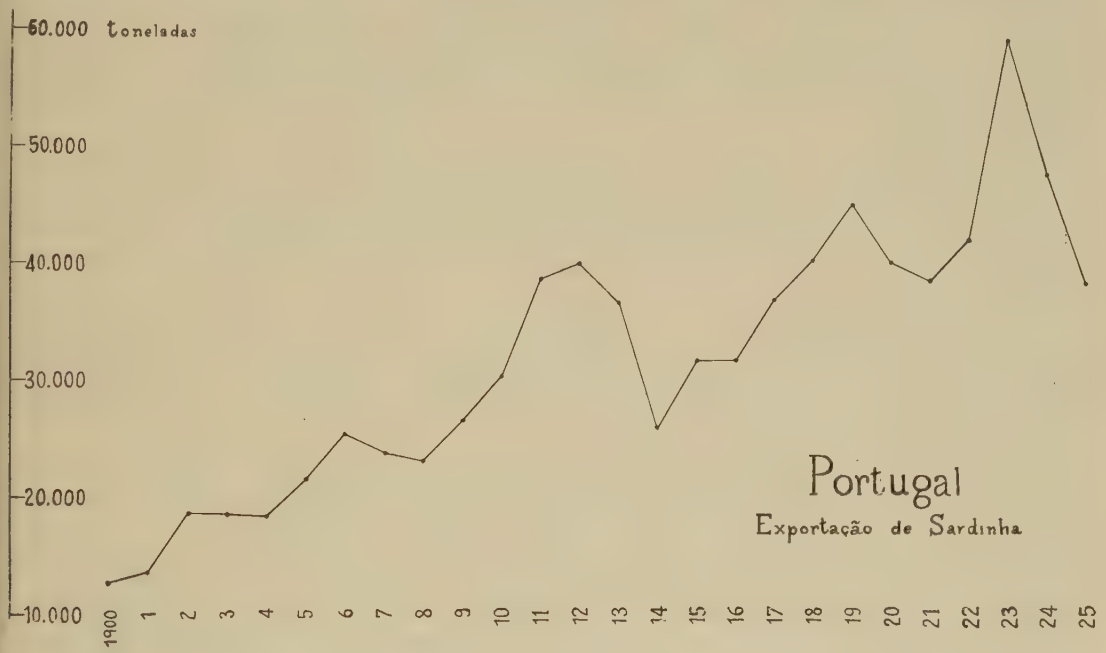


Fig. 1.

ment par les bateaux. Il se peut qu'il y ait lieu de faire des corrections plus considérables que dans le cas précédent, surtout pendant les premiers temps de la nouvelle routine, mais, même dans ces conditions, je ne crois pas que l'erreur soit très grande et qu'elle rende inutilisables les chiffres obtenus en 1927.

La quantité totale de sardine débarquée au Portugal, à Madeira et aux Açores, en 1927, a été donc de 88.715 tonnes, valant à peu près 1.000.000 £ (la conversion des Escudos en Livres Sterling ayant été faite d'après le cours réel du change). Madeira et Açores n'ont pêché que 360 tonnes, quantité qui est comprise dans le chiffre ci-dessus; on voit que la production de ces îles ne compte pas par rapport à celle du Portugal Continental.

Si on compare maintenant cette productivité de la pêche de la sardine au Portugal avec celle des autres régions atlantiques où elle est pratiquée, et cela pendant les dernières années, on trouve, d'après les chiffres publiés dans le »Bulletin Statistique«

du Conseil et dans les publications officielles de la France et de l'Angleterre, les moyennes annuelles ci-après:

Angleterre (1923—1927)	4.250 tonnes
France (1922—1926) (Atlantique)	16.550 —
Espagne (Atlantique)[1]	100.000? —
Portugal (1927)	88.715 —

Ces chiffres montrent immédiatement l'importance de la pêche de la sardine au Portugal, non seulement en valeur absolue mais aussi par rapport à celle des autres pays. Elle est 5 fois supérieure à la pêche française et 20 fois à celle de l'Angleterre. Pour ce qui a trait à l'Espagne, elle ne doit pas être probablement inférieure (dans l'Atlantique), car le chiffre que j'indique dans le tableau est probablement de beaucoup supérieur au chiffre réel.

Si on compare le produit de la pêche de la sardine au Portugal avec celui des autres espèces de poissons, on voit aussi que celui-là à lui seul est à peu près égal à la somme de tous les autres, non seulement en poids comme aussi en valeur. C'est un autre fait encore qui montre l'importance de tout premier ordre que la sardine occupe dans la pêche portugaise.

Il nous reste encore à faire quelque remarques au sujet des données statistiques pour 1927. Celles-ci donnent aussi le produit de la pêche par mois et pour chaque port, ce qui nous permet de voir quelles sont les variations du produit de la pêche selon les saisons et les diverses régions de la côte.

Je reproduis dans la fig. 2 le graphique montrant le produit de la pêche totale de la sardine par mois et en même temps, et à la même échelle, le produit mensuel pour chacun des trois Départements maritimes du Portugal continental.[2])

Au contraire de ce qui a été dit par M. Hoek et fut répété par d'autres auteurs, la quantité de sardine pêchée au Portugal varie beaucoup selon les saisons. Tout au moins les chiffres pour 1927 ne s'accordent point du tout avec le graphique publié pg. 60 du travail de M. Hoek, reproduit aussi pg. 75 du mémoire de M. Fage.

---

[1]) Dans le »Bulletin Statistique« du Conseil on trouve pour l'Espagne et pour l'année 1921 la valeur de 114.000 tonnes de sardine pêchées dans les côtes atlantiques (M. Rafael de Buen tout récemment — An account of the Work which Spain has carried out in the Atlantic Ocean and the Straits of Gibraltar, in Journal du Conseil, Vol. II, Décembre 1927, p. 282 — donne le chiffre de 92.352 tonnes pour la même année et la même région, ainsi distribuées: Golfe de Gascogne et Cantabria — 15.242; Galicia — 41.000 et Atlantique Sud (Andalousie) — 36.110). Pour les années précédentes aussi bien que pour 1922, 1923 et 1924 le »Bulletin Statistique« ne donne pas des indications, et le chiffre indiqué pour 1925, 16.636 tonnes, doit évidemment être ou bien une erreur d'imprimerie ou bien se rapporter à une seulement des zones de la côte atlantique espagnole. N'ayant pas à ma disposition les chiffres officiels, ni d'autres, je me permets d'évaluer très grossièrement la pêche totale moyenne dans les côtes atlantiques espagnoles à 100.000, croyant toutefois que c'est une estimation exagérée.

[2]) Au point de vue administratif la côte du Portugal est divisée en trois Départements maritimes: celui du Nord, depuis l'embouchure du Minho (frontière avec l'Espagne) jusqu'au parallèle 40° N. environ; celui du Centre, à partir de cette limite jusqu'au Cap Saint Vincent et celui du Sud, constitué par la côte méridionale, depuis le même Cap jusqu'à l'embouchure du Guadiana (frontière avec l'Espagne). Les îles de Madeira et des Açores constituent un quatrième Département maritime.

D'après le graphique de la fig. 2, il y a pêche de sardine au Portugal pendant tous les mois de l'année, mais les mois les plus pauvres (3.000 tonnes environ) diffèrent bien des plus riches (13.000 tonnes et même 17.000). En faisant la moyenne mensuelle de 1927, on trouve 7.400 tonnes environ. En regardant le graphique, on constate qu'il y a 4 mois qui sont bien au-dessus de la moyenne, à savoir: Août, Septembre, Octobre et Novembre. Deux mois sont sur la moyenne même, Mai et Juillet et tous les autres, par-

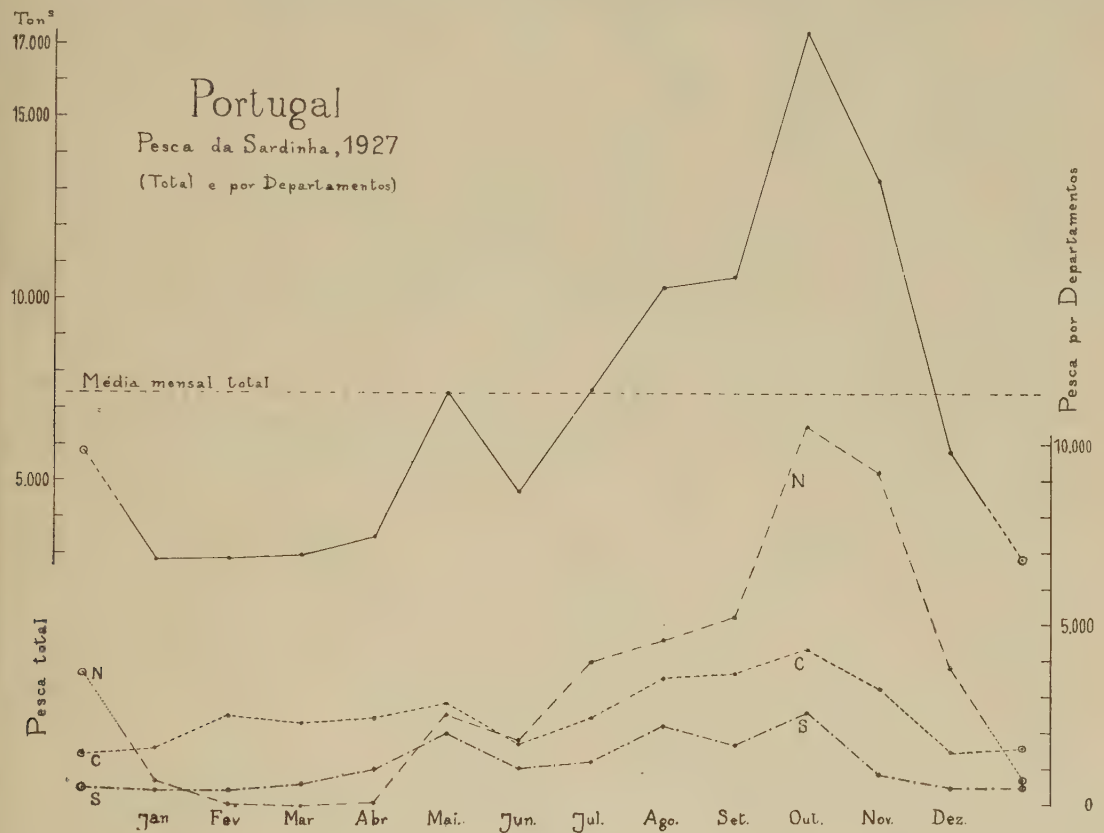


Fig. 2.

ticulièrement de Décembre à Avril, bien au-dessous. On pourra donc dire, d'une façon générale, que la pêche de la sardine est plus productive (ou est faite en plus grande échelle?) pendant la fin de l'été et tout l'automne.

Mais si on fait attention à la variation mensuelle de la pêche de la sardine pour chaque Département, on remarque que c'est dans celui du Nord que cette distribution saisonnière est tout-à-fait marquée. Dans cette région, de Janvier à Avril il n'y a pas de pêche, ou presque pas. Les mois de Mai et Juin sont au-dessous de la moyenne. Ce ne sont que les mois de Juillet à Décembre qui sont au-dessus de la moyenne, le premier et le dernier de cette période ne s'en éloignant même pas de beaucoup. Comme ce Département à lui seul figure avec presque la moitié de toute la sardine pêchée au Portugal,

on comprend que, dans la pêche totale, la forme de variation qui y existe détermine la forme générale.

Pour les Départements du Centre et du Sud il existe des variations moins marquées et ce n'est qu'en eux qu'on trouve les caractéristiques indiquées par M. Hoek.

Je n'essayerai même de présenter, pour le moment, une explication pour ces différences dans la variation du produit de la pêche selon les régions et je me borne à signaler le fait. Il y a beaucoup de facteurs dont il faut tenir compte, parmi lesquels se trouvent quelques-uns qui ne sont pas du domaine de la biologie et n'ont pas d'intérêt pour la question dont je m'occupe ici.

Voyons, maintenant, d'autres caractères qui peuvent être utilisés au point de vue de l'identification des races locales.

M. Fage, parmi les sardines qu'il a étudiées, a eu à sa disposition des exemplaires de Setubal que je lui ai envoyés à sa demande dans l'hiver 1919—1920, aussi bien que d'autres provenant de Cadiz, de Ponta Delgada (Açores), etc. Il a publié les résultats de ses observations dans le »Report on the Danish Oceanographical Expedition 1908—10« en Novembre 1920 (*Engraulidae*, *Clupeidae*, vol. II, A. 9). Depuis 1921 j'ai poursuivi des recherches analogues sur la sardine du Portugal, de Madeira et des Açores. J'ai réuni un matériel assez abondant mais, faute de temps, je n'en puis communiquer maintenant qu'une partie des observations faites. Les considérations qui vont suivre se rapportent seulement à la moyenne vertébrale, à la longueur de la tête (en pourcentage de la longueur totale) et à l'époque et lieux de ponte. Encore ces questions, surtout la dernière, ne sont pas tout-à-fait éclaircies.

Moyenne vertébrale. Pour 106 exemplaires de sardine de Setubal, M. Fage a trouvé (en 1919) la moyenne vertébrale de 51,31 avec une fluctuation probable de $\pm$ 0,21 [1]). Pour 64 sardines de Cadiz il a trouvé M 51,30 $\pm$ 0,27 et avec ces deux lots il a constitué un groupe auquel il attribue la signification de race atlantique méridionale. Il distingue cette race de la race des Açores (M 51,95 $\pm$ 0,20), de celle du Golfe de Gascogne (Santander, Arcachon, La Rochelle, Brest) (M 51,76 $\pm$ 0,10) et, finalement, celle de la Manche (M 52,25 $\pm$ 0,22) en plus d'autres races méditerranéennes.

J'ai compté le nombre de vertèbres en 2.837 exemplaires de sardines provenant de divers endroits de la côte portugaise, depuis le Nord jusqu'au Sud, pêchées en 1921, 1922, 1925, 1926 et 1927 et j'ai trouvé la moyenne générale de 51,24 $\pm$ 0,03. Je reproduit ce résultat dans la fig. 3, en même temps que les valeurs obtenues pour les différentes années et pour quatre régions. Celles-ci sont, en plus des Départements Nord et Sud, identiques aux divisions signalées antérieurement, les deux résultantes de la subdivision

[1]) M. Fage emploie comme mesure de la fluctuation probable de la moyenne la valeur de l'expression

$$\text{Fl. M.} = 5 \times 0{,}67449 \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 3{,}37245 \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}}.$$

Pour des raisons de commodité de calcul j'emploie, dans le même but, la valeur de $3 \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$, dont il résulte que les chiffres que je donne sont à peu près les $^9/_{10}$ des chiffres qu'aurait obtenus M. Fage.

de l'aire du Département du Centre: le Centre Nord, jusqu'au Cap Espichel (entre Lisbonne et Setubal) et le Centre Sud, au sud de ce cap.

On voit qu'en 1921 la moyenne va en diminuant à partir du Département du Nord vers le sud. En 1922 le même fait se fait sentir, avec l'exclusion de la première zone. Il faut remarquer, en tout cas, que la moyenne pour celle-ci se base sur un nombre d'exemplaires assez réduit. En 1925 et 1926 les deux moyennes trouvées sont plus

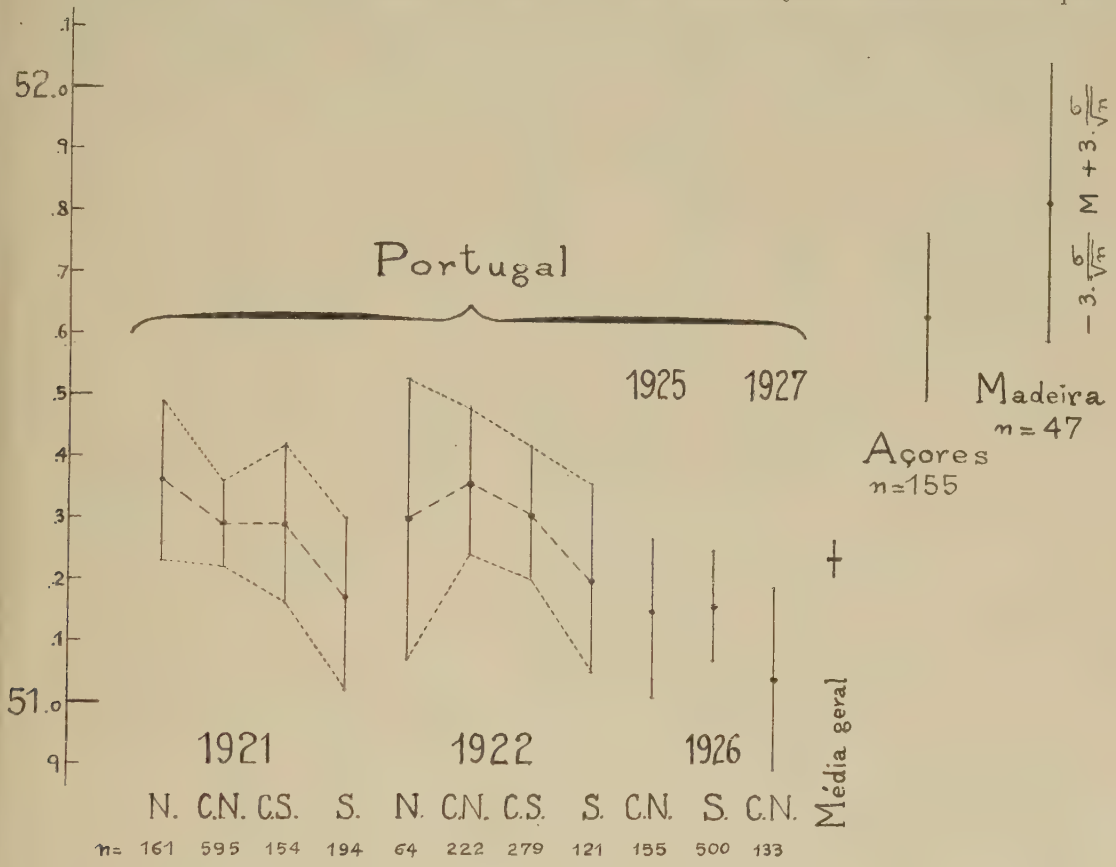


Fig. 3.

petites, inférieures à 51,20 et en 1927 moindres même que 51,10. On remarque aussi que, pour la région du Centre Nord, pour laquelle il y a quatre moyennes, celles-ci sont:

1921	$51{,}29 \pm 0{,}07$
1922	$51{,}36 \pm 0{,}12$
1925	$51{,}14 \pm 0{,}13$
1927	$51{,}04 \pm 0{,}15$

Il y a quelques signes d'une variation régulière dans la valeur de la moyenne, mais le matériel dont je dispose n'est point assez nombreux, ce me semble, pour aller plus loin dans ce sens.

D'une façon tout à fait générale, la valeur globale trouvée par moi s'accorde assez bien avec celle donnée par M. Fage en 1919.

Pour la sardine des Açores, M. Fage, se basant sur l'examen de 95 exemplaires, a trouvé M 51,95 ± 0,20. Moi-même, sur 155 exemplaires j'ai obtenu 51,64 ± 0,14. Je ne sais point du tout comment interpréter cette divergence assez considérable.

Pour la sardine de Madeira (47 exemplaires seulement) j'ai eu M 51,83 ± 0,23.

Il serait très intéressant de pouvoir obtenir des chiffres du même genre pour la sardine qui habite les régions voisines, telles que celles de Galice dans le Nord de l'Espagne,

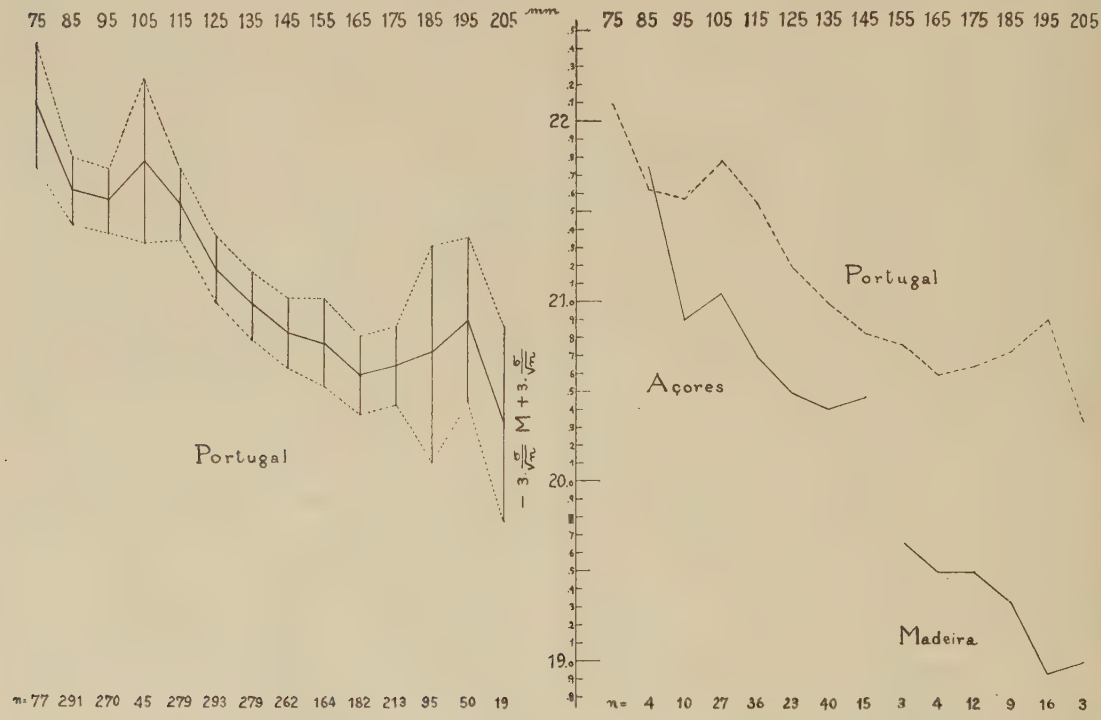


Fig. 4.

la côte andalouse atlantique, au sud, la côte du Maroc, les îles Canaries. Il faudrait faire ces numérations à la même époque et sur un matériel assez nombreux, de façon à pouvoir aboutir à des chiffres tout-à-fait comparables. La moyenne vertébrale de la sardine, d'après les résultats de M. Fage et ceux que je viens de communiquer, semble être un caractère assez utile pour l'identification des diverses populations atlantiques. Bien entendu, il ne peut pas prétendre à une valeur décisive, et les divergences signalées l'indiquent bien.

Longueur de la tête. Ce caractère, exprimé en pourcentage de la longueur totale (caudale comprise), varie avec la taille tout d'abord, mais varie aussi selon les régions pour les individus de même taille.

Dans la fig. 4 est reproduit le graphique correspondant à la sardine de la côte

du Portugal. On constate que la tête diminue de longueur, relativement à la longueur totale, et d'une façon assez régulière à partir de la plus petite taille observée, à savoir: 70—79 mm. On remarque, cependant, une première irrégularité à 100—109 mm, ce qui peut être dû au petit nombre d'individus examinés (45 seulement), mais qui se voit aussi

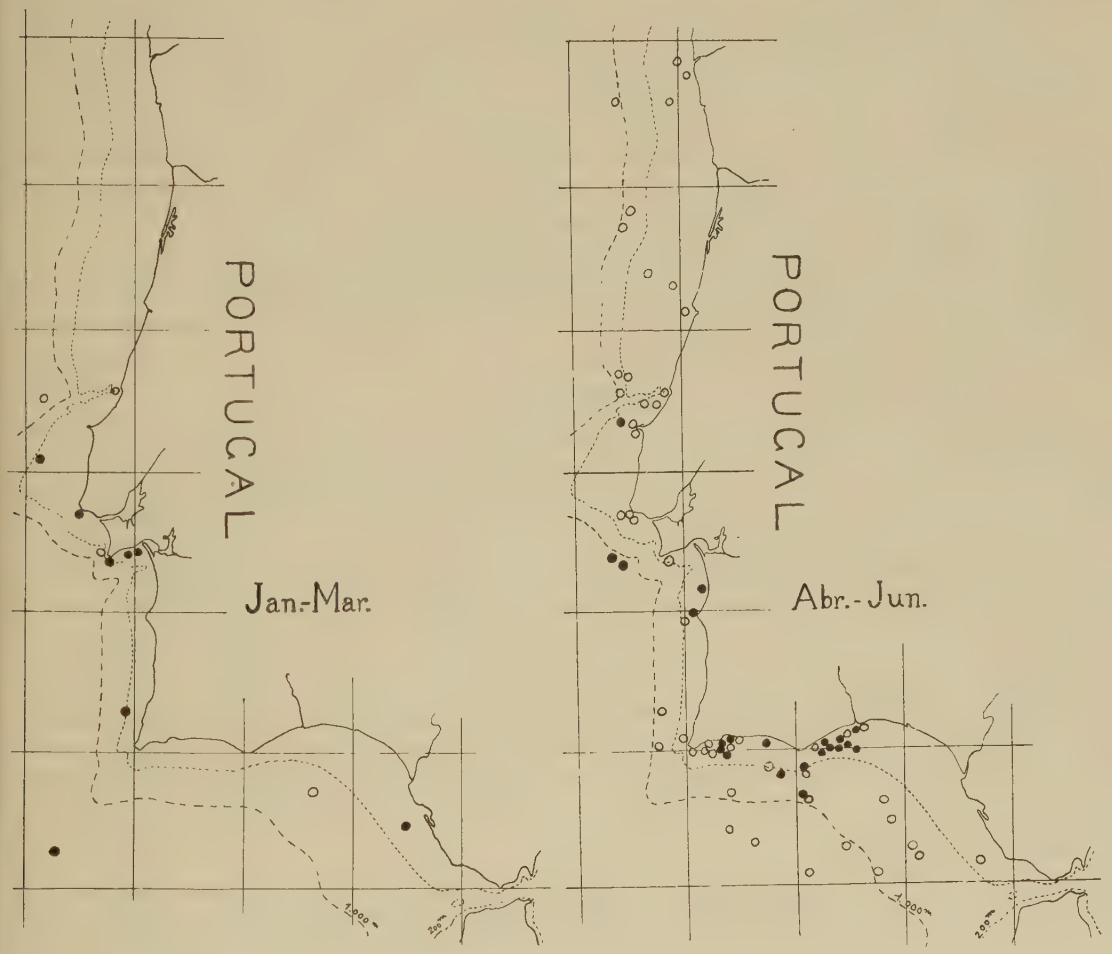


Fig. 5.

pour les sardines des Açores (fig. 4). Une seconde irrégularité se trouve dans les tailles plus grandes, de 170—179 à 190—199; dans ce cas il y a une augmentation relative de la longueur de la tête, mais l'incertitude de la moyenne est aussi plus grande que pour les autres tailles (3. $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ est presque le double des valeurs correspondantes pour les autres tailles).

Si on essaye de comparer ces moyennes avec celles de M. Fage (1920), on voit:

	Golfe de Gascogne (Fage)	Setubal (Fage)	Portugal
140—149	(42) 21,5	..	(262) 20,81
150—159	(79) 21,1	..	(164) 20,78
160—169	(28) 20,5	(27) 22,2	(102) 20,60

La seule moyenne donnée par M. Fage pour les sardines de Setubal diffère beaucoup de celles que j'ai obtenues. Est-ce une différence dans le procédé employé pour les mensurations? Est-ce une différence réelle? Je ne peux pas le décider.

Passant aux Açores et à Madeira, les observations que j'ai pu faire sur du matériel de cette provenance sont très peu nombreuses. La fig. 4 montre quelles ont été les valeurs calculées et reproduit en même temps, en vue de la comparaison immédiate, les moyennes pour la sardine de la côte portugaise (ligne pointillée).

La tête de la sardine des Açores semble plus petite, à taille égale, que celle de la sardine du Portugal, le même fait se montrant, encore plus marqué, pour la sardine de Madeira.

Malheureusement il manque des termes de comparaison pour un grand nombre de tailles des sardines de Madeira et des Açores.

Époque et lieux de ponte. Des deux procédés qui nous permettent d'acquérir une connaisance de ces deux questions: l'examen de l'état des organes sexuels des adultes et la récolte d'oeufs et larves flottantes, c'est certainement ce dernier celui qui pourra donner des résultats plus sûrs dans le cas de la sardine. Il est vrai qu'il est aussi celui qui demande plus de travail et des ressources plus complètes, car il faut aller en mer faire des pêches planctoniques, trier les échantillons récoltés et déterminer au moins les oeufs et les larves qui intéressent. C'est donc le plus difficile à mettre en oeuvre et c'est la raison pour laquelle je donne ici les résultats très incomplets que j'ai pu obtenir.

Sans descendre aux détails des observations, je reproduis dans la fig. 5 deux cartes où sont marqués les endroits où on a fait des récoltes de plancton en surface et déterminé les oeufs et larves de sardine qui pourraient s'y rencontrer. J'ai signalé les pêches positives avec des taches noires et aussi les négatives, en réunissant les résultats par trimestres civils.

M. Fage, pour la région située entre les parallèles 42° N. et 36° N. (le long de la côte du Portugal et de l'Espagne jusqu'au Détroit de Gibraltar) a eu à sa disposition le produit de 27 pêches planctoniques faites en Décembre 1908, Février et Mars 1909, et Juillet et Septembre 1910 par le navire de recherches danois »Thor«. J'ai moi-même fait, à partir de Mai 1921, soit à bord de canonnières de la Marine portugaise, soit, depuis 1925, avec l'»Albacora«, 75 pêches en plus. Ce chiffre est encore très réduit, mais en ajoutant les résultats de celles-ci à ceux de M. Fage, on peut dresser le tableau suivant:

Mois	Nombre de pêches	Stations négatives	Stations positives	Nombre d'œufs	Nombre de larves
Janvier	2	1	1	..	15
Février	3	1	2	..	8
Mars	7	2	5	277	5
	12	4	8	277	28

Mois	Nombre de pêches	Stations négatives	Stations positives	Nombre d'œufs	Nombre de larves
Avril	3	2	1	2.170	..
Mai	28	16	12	milliers	221
Juin	37	29	8	milliers	85
	68	47	21	milliers	306
Juillet	5	5	..	..	..
Août	7	7	..	..	..
Septembre	7	7	..	..	..
Octobre	..	..	..	..	..
Novembre	..	..	..	..	..
Décembre	3	3	..	..	..

La distribution de ces pêches est encore très irrégulière non seulement dans le temps comme dans la région en question. Il y a même deux mois sans pêches (Octobre et Novembre) et d'autres pendant lesquels elles sont rares. La densité des récoltes est plus grande aussi au sud du parallèle 40° N. et pendant le deuxième trimestre. Malgré ces réserves, il semble résulter de ces observations:

1) Que les endroits de la côte du Portugal où on trouve des oeufs et des larves de sardine se distribuent toujours dans le voisinage immédiat de la côte, en dedans d'une ligne pas plus éloignée de 20 milles marines d'elle.
2) Que ces endroits sont situés au sud de 40° N. pendant le 2^{me} trimestre (pendant le premier trimestre il n'y a pas d'observations au nord de cette latitude).
3) Que pendant le premier trimestre on trouve des larves à partir de Janvier, mais en nombre assez réduit.
4) Que pendant le deuxième trimestre, malgré le petit nombre de stations positives relativement aux stations négatives, on trouve dans celles-là des milliers d'oeufs de sardine.
5) Que pendant le troisième et le quatrième trimestres de l'année civile on n'a pas encore rencontré des oeufs ou des larves de sardines dans cette région.

Ces conclusions divergent quelque peu de celles présentées par M. Fage dans son mémoire, mais elles me semblent plus proches de la réalité, étant donné le plus grand nombre d'observations sur lesquelles elles sont fondées.

La question reste encore dans un état préliminaire et je me permets d'exprimer le voeu que, dans l'avenir, grâce à la collaboration des naturalistes français et espagnols, on arrive à résoudre un problème qui, pour le Portugal aussi, offre une importance considérable.

VII. Investigations on Herring in the Southern North Sea.

By

J. J. Tesch.

I. Young (and adult) herrings in the Southern Sea entrances of Holland.

Since the last five or six years a rather extensive fishery on young herrings of 1—2 years old has been carried on in this country. In this fishery stow-nets (the same that are used in the smelt and eel fisheries) placed at the surface catch shoals of such herrings when they are being carried along by the strong tides. The scales of the fishes are brushed off with brooms and used for the fabrication of artificial pearls. After some time North Sea fishermen, alarmed by the large quantities (in 1926–27 about 724,000 kg.) of young herrings, destroyed in this way, argued that these fisheries were detrimental to the time-honoured method of herring catching and demanded that some measure might be taken.

Fig. 1.

The Government entrusted Dr. HAVINGA and the present writer with the task of investigating into the matter.

Fishing of young herrings for the sake of their scales takes place in the winter

months in the following regions: Haringvliet (Z. H. Stroomen), Grevelingen, Ooster-Schelde and (partly) Wester-Schelde.

The localities named are to be gleaned from the chart here given (Fig. 1). Only the Haringvliet, however, has a regular fishery (from Nov. till March), in other waters, though sometimes large quantities are secured, it is much more incidental. Apart from statistics, which do not interest us here, our chief aim was to find to which race these young herrings belong.

Characteristics used throughout in our investigations were:

vert. (Vert.),
praehaem. vert. (P. H.),
keeled scales between pelvic fins and anus. (K_2),
rays of pectoral fins (P.), each fin taken separately.

We counted independently from each other, each taking 25—50 ind. from the same sample. On comparing our results afterwards the differences turned out to be of minor importance. Samples were received from January 1926 till April 1927, chiefly in the winter months.

A. Haringvliet.

Young herrings of 1—2 years old.

From this locality we obtained the following results, taking all samples together:

Vert.		P. H.		K_2		P.	
N.	Fr.	N.	Fr.	N.	Fr.	N.	Fr.
54.....	1	22.....	10	13.....	9	14	9
55.....	18	23.....	124	14.....	80	15	71
56.....	162	24.....	161	15.....	174	16	84
57.....	207	25.....	36	16.....	53	17	39
58.....	25	26.....	3	17.....	8	18	2
				18.....	2		
n	413		334		326		205
m.....	56.57		23.69		14.96		15.77
σ.....	0.68		0.74		0.78		0.84
σ_m	0.034		0.040		0.043		0.059

Incidentally only we got adult herrings; the analyses were as under:

Vert.		P. H.		K_2		P.	
N.	Fr.	N.	Fr.	N.	Fr.	N.	Fr.
55.....	3	22.....	3	13.....	1	14	4
56.....	39	23.....	33	14.....	17	15	8
57.....	44	24.....	34	15.....	48	16	60
58....	1	25.....	9	16.....	19	17	53
		26.....	5	17.....	3	18	10
						19	2
n	87		84		88		137
m.....	56.49		23.76		15.07		16.46
σ.....	0.53		0.91		0.77		0.88
σ_m	0.057		0.099		0.081		0.075

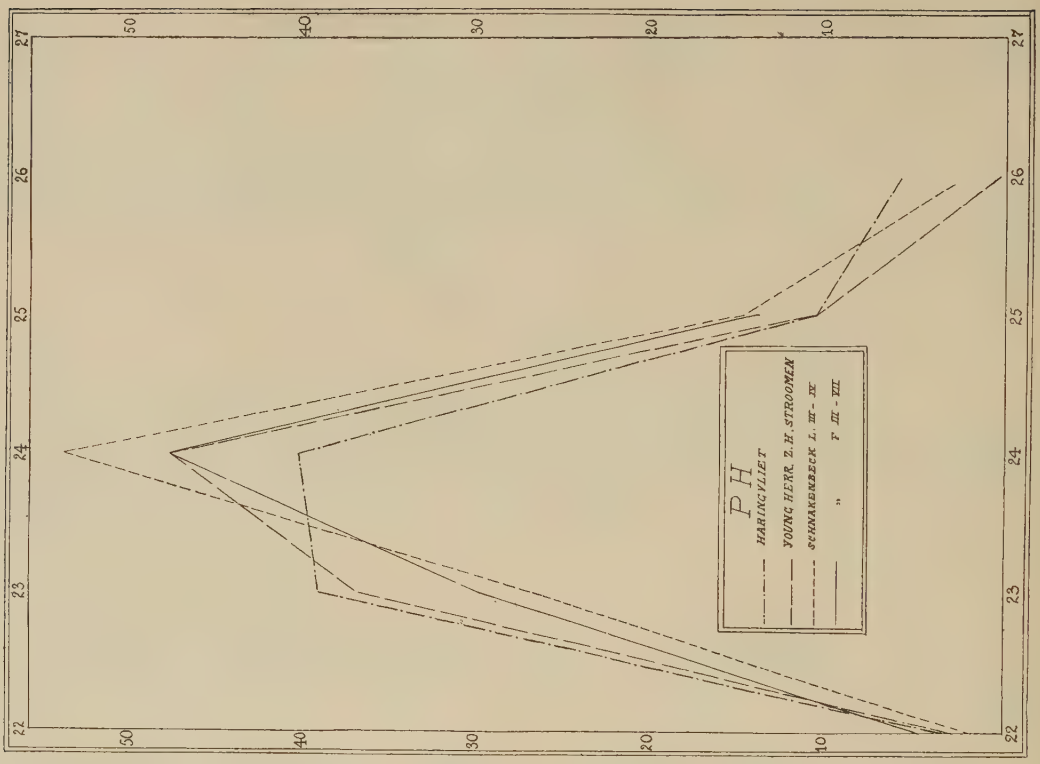

PH
HARINGVLIET
YOUNG HERR. Z.H.STROOMEN
SCHAKENBEECK L. III - IX
" F III - VIII

Fig. 3.

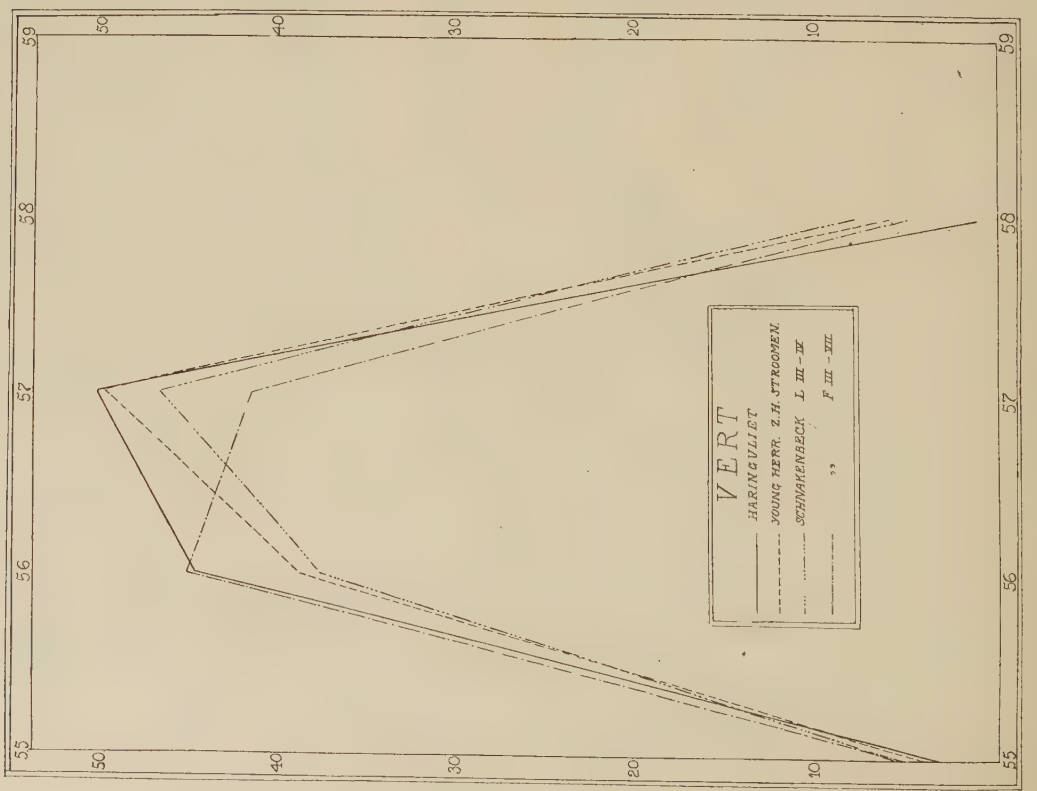

VERT
HARINGVLIET
YOUNG HERR. Z.H.STROOMEN.
SCHAKENBECK L III - IX
" F III - VIII

Fig. 2.

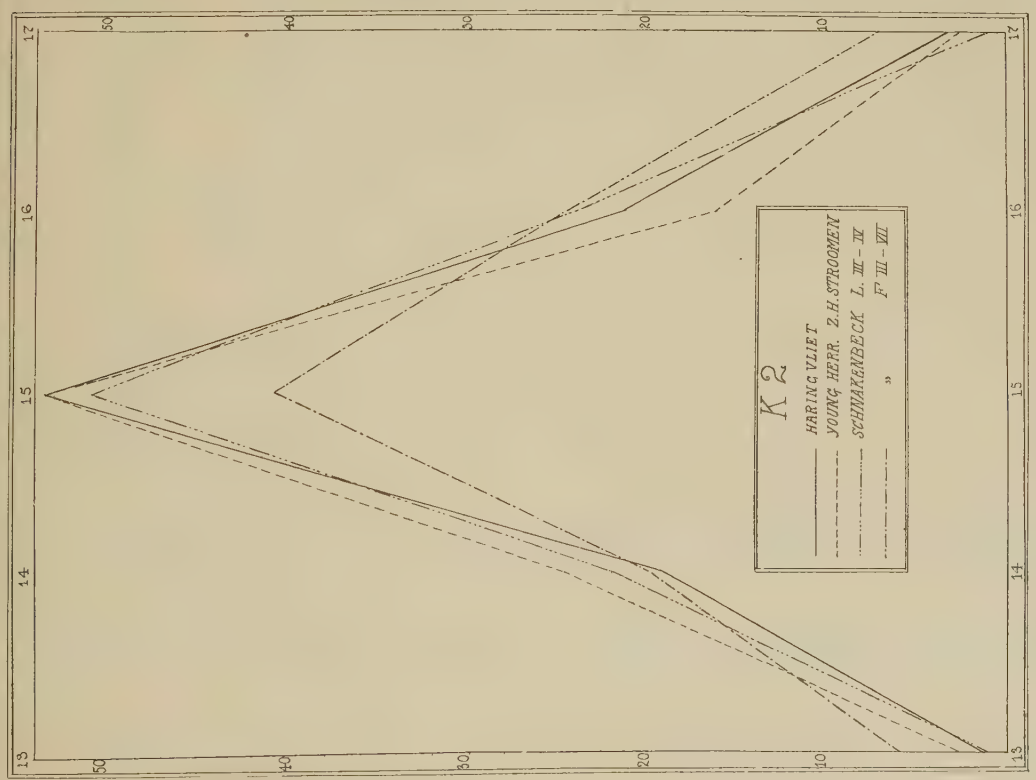

K 2
HARING VLIET
YOUNG HERR. Z.H.STROOMEN
SCHWARENBECK L. III - III
" F. III - VII

Fig. 4.

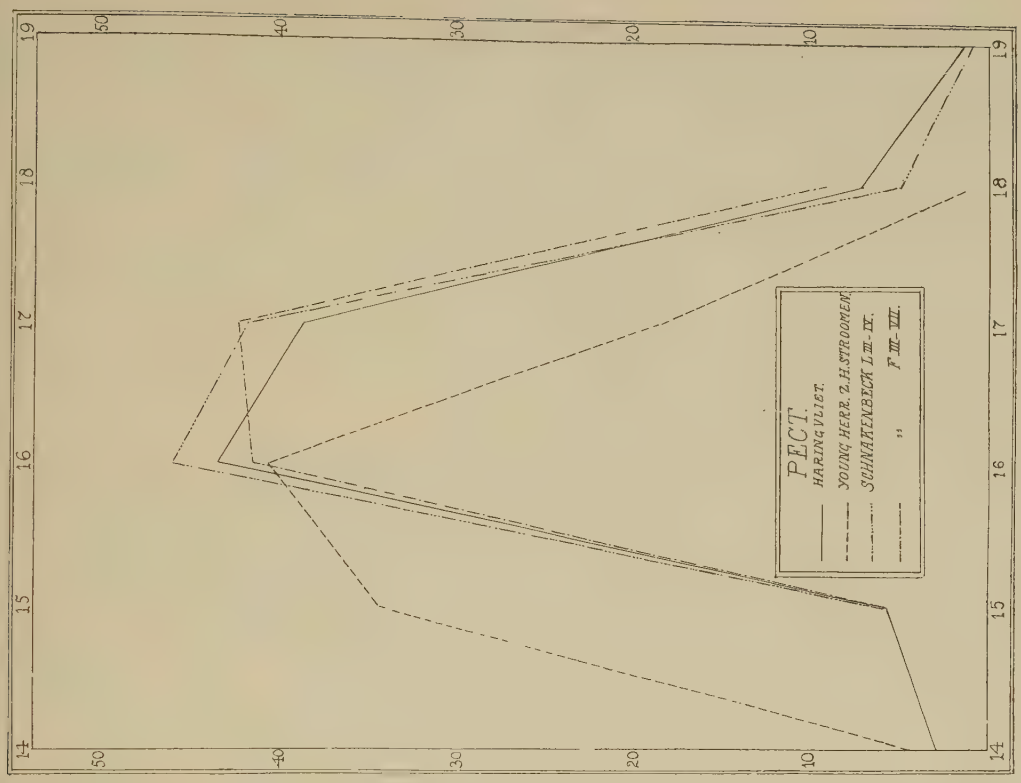

PECT.
HARING VLIET.
YOUNG HERR. Z.H.STROOMEN
SCHWARENBECK L.III-IX.
" F.III-VIII.

Fig. 5.

These averages both for young and adult herrings agree so well that we may consider these herrings to belong to the same race. On comparing the graphs constructed on the percentual frequencies (Figs. 2—5) with those of SCHNAKENBECK (Fladenground, stage III—VII and Lowestoft (III—IV) we find such a fair agreement that we may assume that these herrings of the Haringvliet, both young and adult, belong to the Bank Herring.

The rays in the pectoral fins do not, however, agree in young and in adult individuals. As a rule these rays were less in number in the case of the young ones, and we cannot account for this constantly occurring difference, unless we assume that the smallest, most hindmost, ray in the young herrings has frequently been overlooked (or was not yet developed?) The same remarkable phenomenon was not found in the samples of the genuine spring herring of the Zuiderzee, the young stages of which sometimes occur plentifully in the Haringvliet.

If we shift in Fig. 5 the graph for young herrings one figure to the right (to make up for the difference mentioned) we arrive at a good coincidence.

The only author who has counted pectoral fin rays is SCHNAKENBECK in his recent treatise; the only young herrings (immature) he investigated (in all more than 700 ind.) were from the mouth of the Elbe. Of his 10 samples only the first two included the first year class (ranging from 12 cm. onwards) which are called "Spitzen" in German; and in these very samples the pectoral fin rays were not counted.

Our material on the other hand consisted nearly wholly of this first year class (the great majority ranging from 9—12 cm.), the second year group (called "lange Heringe" in Germany) being by far in the minority.

A thorough re-examination of this puzzling question (which, as mentioned, was not observed in the first year offspring of spring-herrings) is much needed.

Herring larvae of about 25—30 mm. make their appearance each year at the end of February in the Haringvliet. About 4 weeks later their lenghts have increased to somewhat like 40 mm.[1]) and it has become possible to count the vertebrae which turn out to give an average number of 56.60—56.64. These averages also point to the Bank herring race. We may assume that such larvae are hatched in the months of November—December and that they originate from shoals, spawning rather late in autumn near our coasts. The adult Bank herrings caught in the Haringvliet are nearly all recently spent in December—January, a few only being recovering spents (stage II).

In this water we not unfrequently meet with larvae of another North Sea herring, which, though not differing appreciately in length from those of the Bank herring, show a higher average number of vertebrae (56.72, 56.84, 56.91, 56.94), and not only here, but also in other sea entrances, like the Ooster-Schelde. We will speak of these larvae later on.

Finally there is a third race, the spring herring *viz.* the genuine one of the Zuiderzee, the first year class of which sometimes occurs abundantly in the catches of the Haringvliet. These young herrings seem to keep together in shoals apart from those of the

[1]) On 29.—30. March 1926 we measured three samples (467, 134 and 368 sp.) and always found the same mean length: 39 mm.

young Bank herrings and are of course distinguished by their characteristic low average number of vertebrae (55.2). In February and partly in March 1926 these young spring-herrings were so numerous that nearly 50 per cent. of the catches in ind. belonged to this race. They are, however, of very irregular occurrence (in the winter 1926—1927 they were almost entirely absent) and patronise not only the Haringvliet but also the more southern waters, from which latter places they, partly at least, probably originate. The adult stages of this spring herring, which is of very modest economical importance, are frequently caught in the weirs of the Ooster-Schelde.

B. Ooster-Schelde.

Though also in other sea entrances (Grevelingen, Wester-Schelde) fishery on young herrings is carried on during the winter months, they are of no great importance; in the mouth of the Wester-Schelde at this time the principal fish is the sprat, and in the other waters sometimes also yield mixed catches of herrings and sprats. Comparatively speaking the bulk of the herring fishing is to be found in the Ooster-Schelde.

The catches of young herrings in winter are as a rule most irregular in this region and seem to depend upon the strength of the tides and on meteorological influences in general.

The following analyses were made of young herrings from the Ooster-Schelde:

Vert.		P. H.		K_2		P.	
N.	Fr.	N.	Fr.	N.	Fr.	N.	Fr.
55.....	17	22.....	12	13.....	3	14.....	39
56.....	156	23.....	159	14.....	124	15.....	230
57.....	316	24.....	258	15.....	301	16.....	365
58.....	44	25.....	77	16.....	85	17.....	80
59.....	2	26.....	12	17.....	8		
		27.....	3				
n	535		521		521		714
m.....	56.73		23.86		14.94		15.68
σ.....	0.66		0.82		0.70		0.74
σ_m	0.029		0.036		0.031		0.028

We naturally should expect to find Channel Sea or Lowestoft herring in these waters, but on examining the average of K_2 we see that our material could not possibly be assigned to this race. The Lowestoft herring, we remember, has a very low number of keeled scales between pelvic fins and anus (about 14, according to various authors), whereas we constantly found a high average of about 14.90 in the young of the Ooster-Schelde.

On the other hand, if these fishes were no Lowestoft herring, they could not belong to the Bank herring either, as the average of vert. (56.73) is too high.

The only race with which our averages agree is the West Channel or Plymouth herring, as typified by ORTON's and SCHNAKENBECK's investigations.

These authors found the following averages:

	Vert.	P. H.	K_2
ORTON	56.77	23.75	14.71
SCHNAKENBECK (P. II—III)	56.85	23.94	14.87

The principal differences, as compared with Bank herring (SCHNAKENBECK), are that these averages for vert. are higher, that of K_2 lower in Plymouth herring.

If we turn to the graphs (Figs. 6—9) on which the young herrings of the Ooster-Schelde are compared with ORTON's and SCHNAKENBECK's data we find a satisfactory agreement, so that we are compelled to assume that these young herrings really belonged to the Plymouth race.

In the case of the pectoral fins we are again confronted with the same discordance in the number of finrays in young individuals as compared with adult ones (the graphs for the latter were obtained in simply dividing the total number for each individual into 2, as these were recorded by the above named authors), — a difficulty already discussed in such young stages of Bank herring from the Haringvliet. Here, again, if we shift the graph for young herrings one figure to the right, we get a perfect agreement.

Taking all characteristics together it must be admitted that the differences of Bank and Plymouth herring are really slight, though sufficient to discriminate them. The most reliable item is the number of vertebrae which not only show a higher average but also a much better pronounced maximum in the latter race.

Adult North Sea herrings were rarely met with in the Ooster-Schelde; the only adult herrings, as were caught in weirs in sufficient numbers, turned out to be brackish water herring, the same as the well known Zuiderzee race.

In early spring herring larvae are drawn in by the tides in Grevelingen Ooster-Schelde and Wester-Schelde; in the first named region they were carried sometimes as far as Saeftinghe near the Belgian frontier.

The lengths of these larvae did not markedly differ from that of Bank herring larvae, such as were caught in the Haringvliet at about the same time, but the average number of vertebrae (56.72, 56.84, 56.91, 56.94) agrees better with Plymouth herring. Similar larvae were also now and then met with in the Haringvliet, as mentioned above. These facts led us to believe that the brood of the Plymouth herring, as well as the first year class, are mechanically carried by strong tides into the sea entrances and especially in the Ooster-Schelde.

Curiously enough we never succeeded during the summer and autumn months in detecting larvae of the brackish-water race, though many adult individuals of stage IV—VII are caught in the spring in the Ooster-Schelde. The first year class, again, of this herring was occasionally as abundant in the Ooster-Schelde as in the Haringvliet. Individuals of the second year class were as a rule rather rare.

To resume this chapter: in the Haringvliet the young North-Sea herrings,

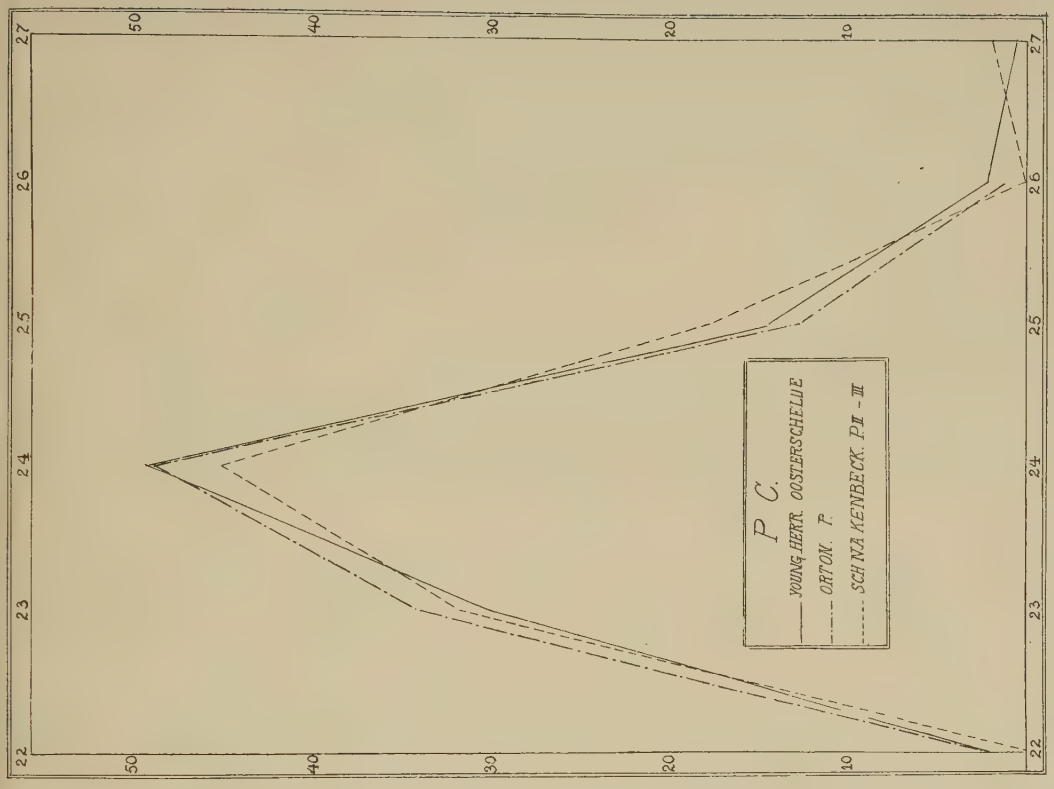

P C.
YOUNG HEER OOSTERSCHELDE
ORTON P.
SCHNAKENBECK. P.I - III

Fig. 7.

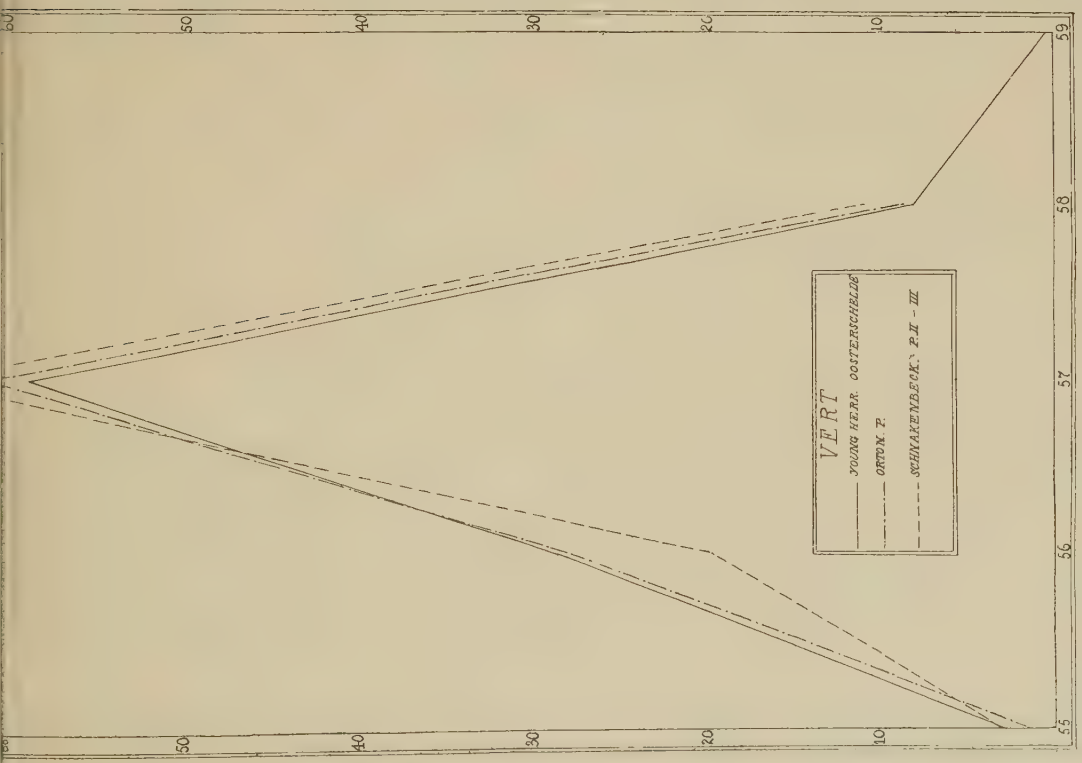

VERT
YOUNG HEER OOSTERSCHELDE
ORTON P.
SCHNAKENBECK. P.I - III

Fig. 6.

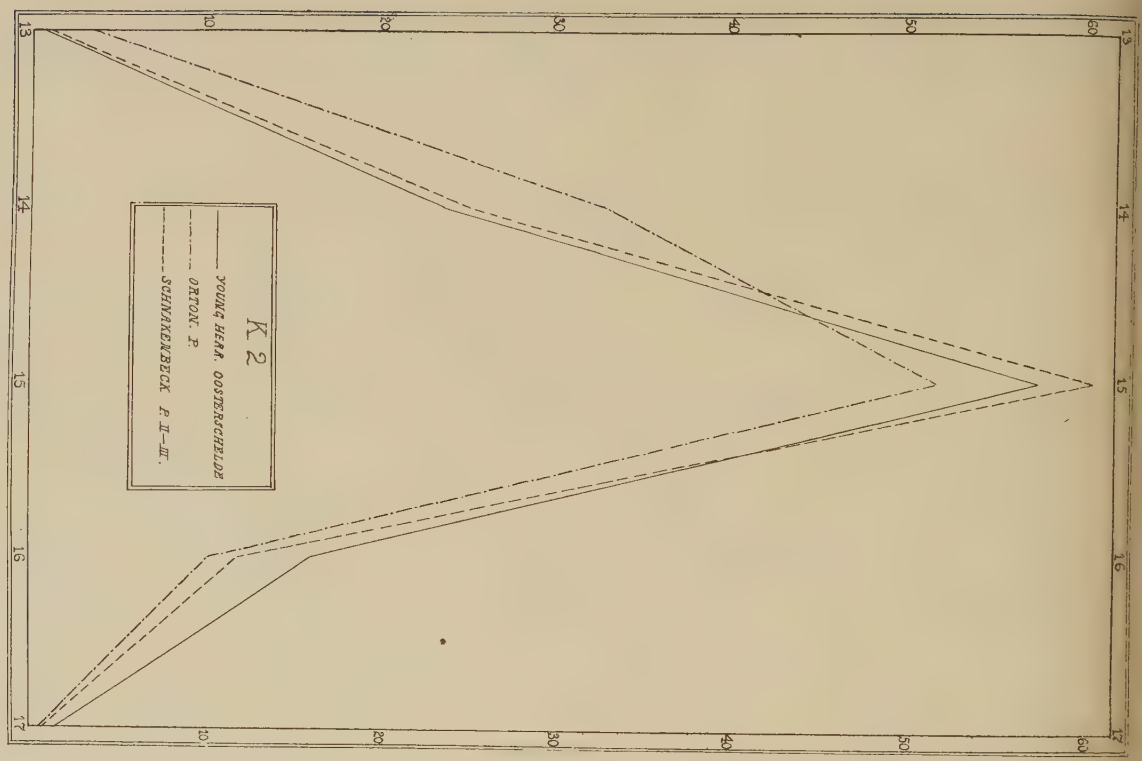

K 2
YOUNG HERR. OOSTERSCHELDE
ORTON. P.
SCHNAKENBECK P. II—III.

Fig. 8.

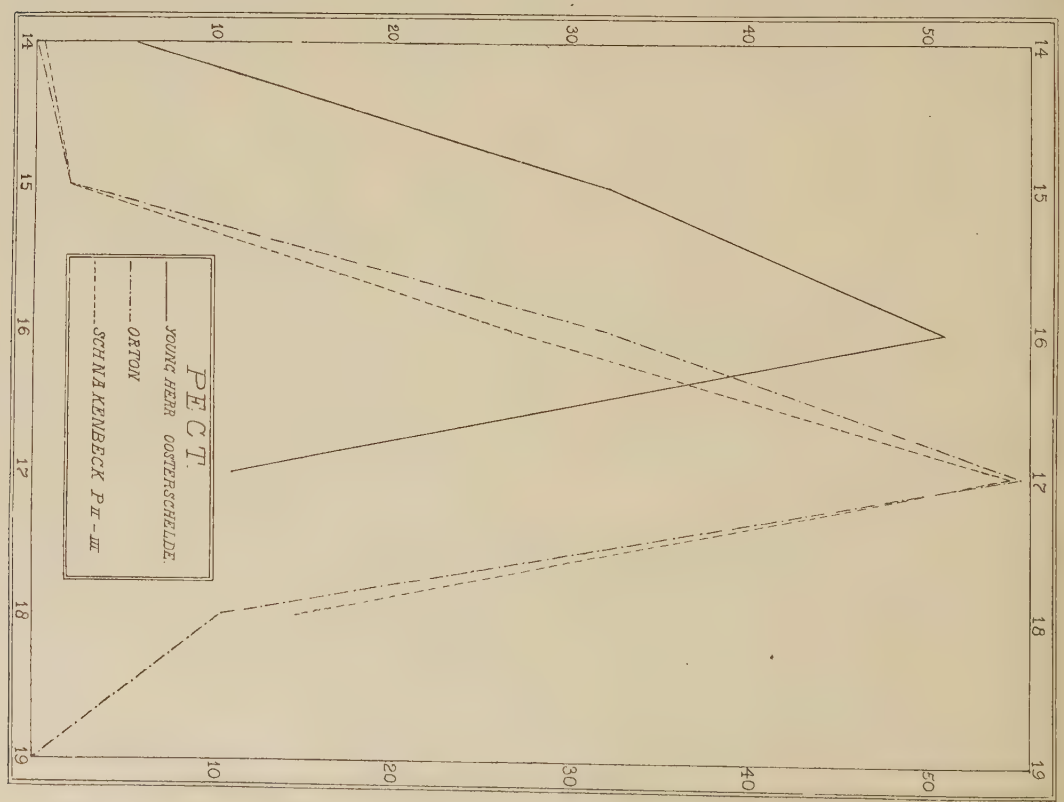

PECT.
YOUNG HERR OOSTERSCHELDE
ORTON
SCHNAKENBECK P II - III

Fig. 9.

mostly about 1 year old, and of a lenght of 9—11 cm. in winter, belong to the Bank herring; in the Ooster-Schelde (and also in Grevelingen and Wester-Schelde, where young herrings are far less abundant) such herrings are to be assigned to the West Channel or Plymouth race. Nowhere during our researches, extending over two winters, did we come across the Channel Sea or Lowestoft herring.

II. Herrings from the Southern North Sea and the Eastern Channel.

Puzzled by the entire lack of genuine Lowesoft herring in our samples, as stated before, we proceeded to investigate adult herrings from catches of drifters in December and January in the Southern North Sea and the eastern part of the Channel.

The following samples were examined:

1) 125 ind. caught 50 miles N. W. of Ymuiden, 1. Dec. 1926.
2) 90 ind. caught off Dieppe, 16. Dec. 1926.
3) 100 ind. caught off Sandettie L. V., 23. November 1927.
4) 200 ind. caught off Smith Knoll, 30. Nov. 1927.
5) 200 ind. caught off Smith Knoll, 9. Dec. 1927.
6) 200 ind. caught 15 miles N. W. of Dieppe, 13. Jan. 1928.

The large majority of these herrings were in the stages V or VII, as is seen in the following table.

Sample	1	2	3	4	5	6
Maturity						
II.....	1	..	1	10	2	..
III.....	..	..	2	4	..	1
IV	..	1	34	58	10	1
V	58	39	60	102	185	144
VI	3	9	..	4	2	..
VII	13	1	3	22	1	54
Total...	75	50	100	200	200	200

Practically all individuals were full or spent and so suggest a spawning time in the months of December and January. Individuals of stage II and III were so few in number that treating them separately was not worth while.

We investigated the same race characteristics as we had done in the case of the young herrings in our sea entrances, as discussed in Chapter I, only the one item: haemal vert. (H. V.) was added.

The analyses of our samples yielded the following results;

Vert.

Sample	1	2	3	4	5	6
Number						
54.....	..	..	..	..	..	..
55.....	1	..	1	1	7	4
56.....	53	31	40	71	65	67
57.....	65	52	53	110	114	110
58.....	5	7	5	17	13	17
59.....	1	..	..	..	1	..
Total...	125	90	99	199	200	198
m	56.62	56.73	56.63	56.72	56.68	56.71
σ	0.62	0.60	0.60	0.63	0.67	0.65
σ_m	0.06	0.06	0.06	0.04	0.05	0.05

P. H.

Sample	1	2	3	4	5	6
Number						
21.....	..	..	..	..	..	..
22.....	3	1	1	3	7	10
23.....	46	29	41	61	53	57
24.....	61	46	44	103	103	94
25.....	14	13	10	29	33	34
26.....	1	1	2	1	2	2
27.....	..	..	1	2	..	1
Total...	90	90	98	199	198	198
m	23.70	23.82	23.70	23.85	23.85	23.82
σ	0.68	0.73	0.75	0.78	0.77	0.85
σ_m	0.07	0.08	0.08	0.06	0.05	0.06

H. V.

Sample	1	2	3	4	5	6
Number						
30.....	..	..	..	1	1	1 (28)
31.....	2	4	4	7	10	8
32.....	20	10	24	62	56	54
33.....	36	28	45	80	93	88
34.....	14	8	25	45	30	40
35.....	3	..	..	4	8	6
36.....	..	..	..	..	..	1
Total...	75	50	98	199	198	198
m	32.95	32.84	32.93	32.87	32.83	32.97
σ	0.87	0.81	0.82	0.89	0.91	0.92
σ_m	0.10	0.11	0.08	0.06	0.06	0.07

K_2.

Sample	1	2	3	4	5	6
Number						
13.....	3	4	3	8	4	4
14.....	29	20	36	46	60	58
15.....	54	54	43	101	102	110
16.....	24	11	17	38	28	24
17.....	4	1	1	5	6	2
Total...	114	90	100	198	200	198
m	14.97	14.83	14.77	14.93	14.87	14.81
σ	0.87	0.71	0.80	0.83	0.79	0.71
σ_m	0.08	0.08	0.08	0.06	0.06	0.05

P.

Sample	1	2	3	4	5	6
Number						
14.....	2	2	..	..	1	1
15.....	13	9	7	16	17	12
16.....	120	49	78	165	150	142
17.....	104	95	106	189	200	211
18.....	9	14	9	29	31	31
19.....	...	..	..	..	..	2
Total...	248	169	200	399	399	399
m	16.43	16.66	16.59	16.58	16.69	16.65
σ	0.69	0.78	0.64	0.69	0.56	0.70
σ_m	0.04	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03
M[1])	32.92	33.26	33.17	33.42	33.39	33.33

[1]) These figures indicate the averages of both pect. fins together in the same individual.

The high averages of K_2 in all these samples (14.77—14.97) precludes at once the possibility that we have to deal with the genuine Channel Sea or Lowestoft herring, though this race was reasonably to be expected in the southern North Sea at this time of the year (Nov.—Jan.). Its mean for K_2 is according to SCHNAKENBECK 13.99, REDEKE 14.16 and 14.38, SAUVAGE and CANU 14.23.

As a matter of fact our samples belong to two other races, viz. Bank herring and West Channel or Plymouth herring, and these are the very races we found as young herrings of 1—2 years old, even as larvae, in the southern sea entrances of Holland.

For comparison we again give the averages for the various characteristics as laid down by ORTON and by SCHNAKENBECK (P. II—III, Fladenground, stage III—VII and L. III—IV).

Plymouth herring	Vert.	P. H.	H. V.	K_2	P.
ORTON	56.77	23.75	33.02	14.71	33.52
SCHNAKENBECK (P. II—III)	56.85	23.94	32.91	14.87	33.63
Bankherring					
SCHNAKENBECK (Fladenground stage III—VII)	56.48	23.80	32.68	15.03	33.12
SCHNAKENBECK L. III—IV	56.55	23.88	32.67	14.99	32.99

These averages would seem to afford fairly good characteristics for discrimination between the two races. Yet ours do in some respects not quite fit into those of the authors named. If we, however, construct graphs of percentual frequency we can discern in our samples, that nos. 1 and 3 must be assigned to Bank herring, nos. 2, 4, 5 and 6 to Plymouth herring. This holds good at least in the case of vertebrae and pectoral fin rays; in other features the two races agree so closely that discrimination is a most difficult matter. In Fig. 10 (vertebrae) sample 1 and 3 are compared with those of SCHNAKENBECK from Fladenground and Lowestoft. This graph for Bank herring is very characteristic: the maxima at 56 or 57 may vary, but they never greatly differ. Thus we are justified in regarding our samples 1 (50 miles N. W. of Ymuiden) and 3 (off Sandettie L. V.) as belonging to the Bank herring.

Fig. 11 represents the graphs of vertebrae of samples 2 (Dieppe) 4—5 (taken together, as they originate from the same locality (Smith Knoll) and are taken within an interval of ten days only) and 6 (Dieppe), compared with those of ORTON and SCHNAKENBECK for Plymouth herrings. Here again we may satisfy ourselves to arrive at a good agreement. There is a very distinct maximum at 57, whereas the ordinate at 56 is much lower than in the Bank herring.

Other features: praehaemal vert., haemal vert. and keeled scales were in the same way tested but yielded no satisfying results; the graphs of both Bank herring and Plymouth herring agree so closely that a reliable distinction was not to be detected. The pectoral fin rays, again, provided some indication of a practical means to recognition (Fig. 12 and 13).

In Fig. 12 we compare the rays of the pectoral fins in sample 1 and 3 with SCHNAKENBECK's L. III—IV and Fladenground stage III—VII.

We see, then, that the curve of sample 1 (50′ N. W. of Ymuiden) fits very well into those of SCHNAKENBECK, which were assigned to the Bank herring. That of sample 3 (Sandettie L. V.) is not so satisfying, but at least the ordinate at 16 (39 per cent.) is higher than in the case of the Plymouth herring, where this ordinate is at most 36 per cent.

In Fig. 13 graphs of our samples 2 and 6 (both from Dieppe) and 4—5 (Smith Knoll) again agree with those of genuine Plymouth herring as exemplified by ORTON's investigations and SCHNAKENBECK's (P. II—III).

That stray shoals of Bank herring, spawning late in the season, are met with in

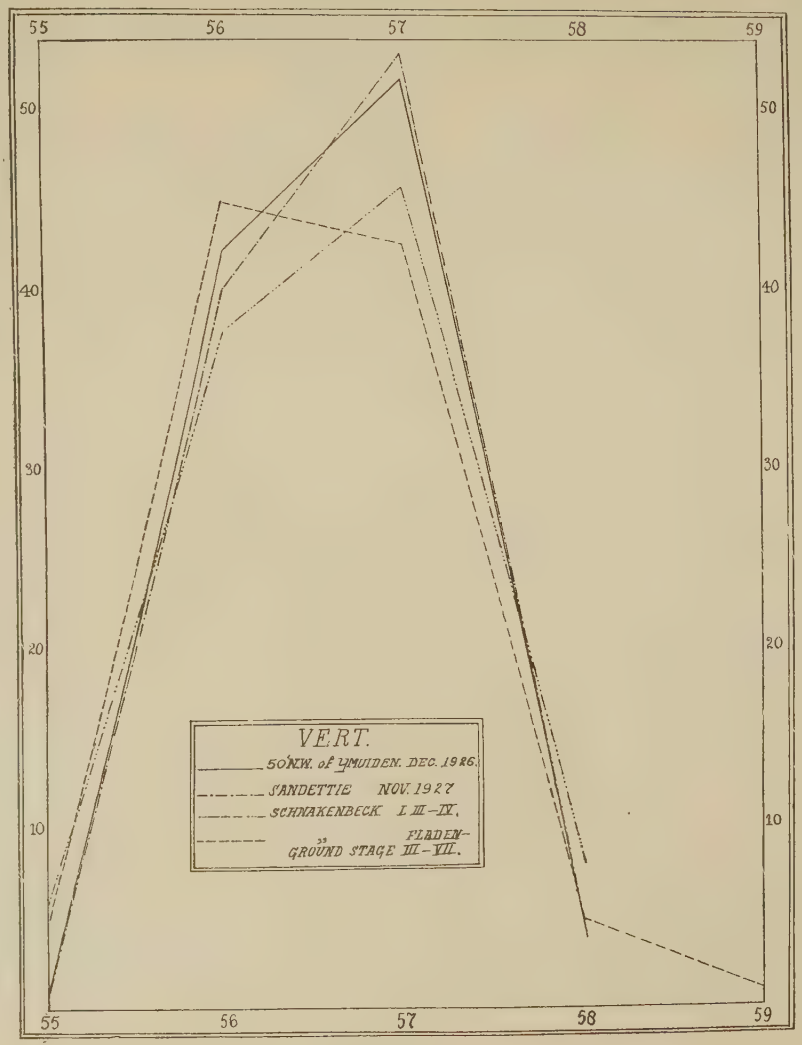

55
56
57
58
59
50
40
30
20
10
VERT.
50'NW. of YMUIDEN. DEC. 1926.
SANDETTIE NOV. 1927
SCHNAKENBECK I. III–IV.
" FLADEN–
GROUND STAGE III–VII.

Fig. 10.

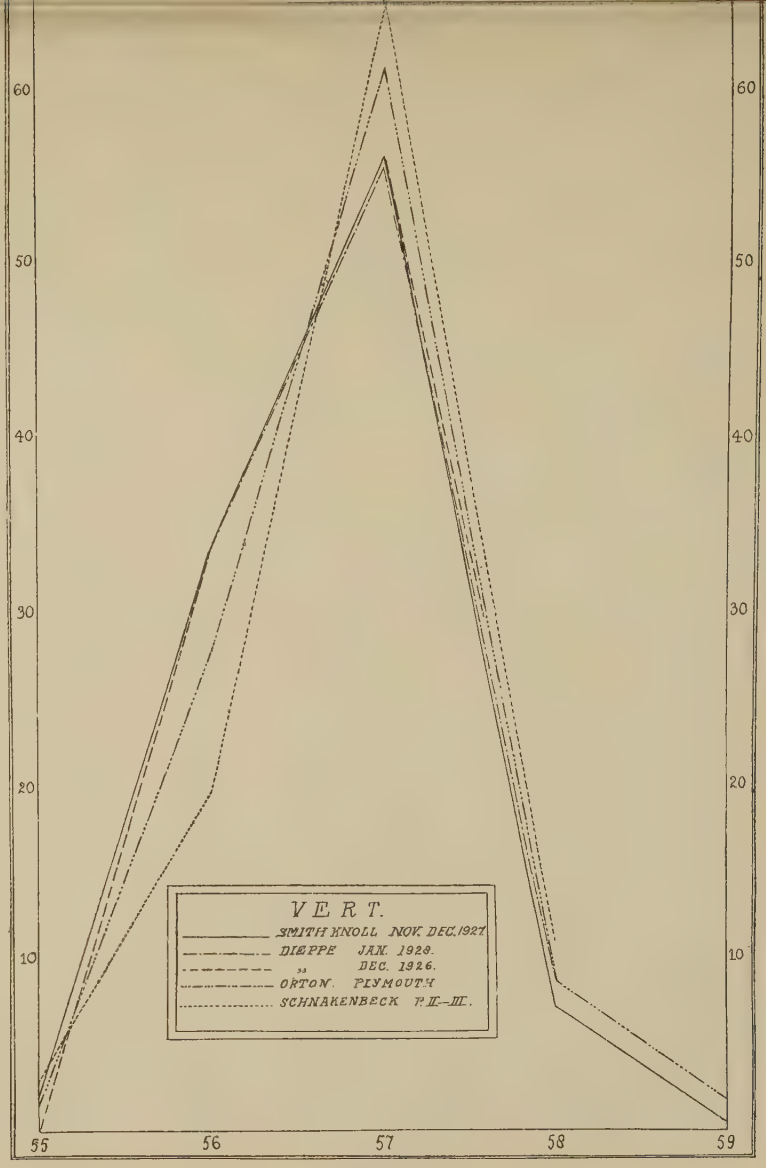

60
50
40
30
20
10
55
56
57
58
59
VERT.
SMITH KNOLL NOV. DEC. 1927
DIEPPE JAN. 1928.
" DEC. 1926.
ORTON. PLYMOUTH
SCHNAKENBECK P. II–III.

Fig. 11.

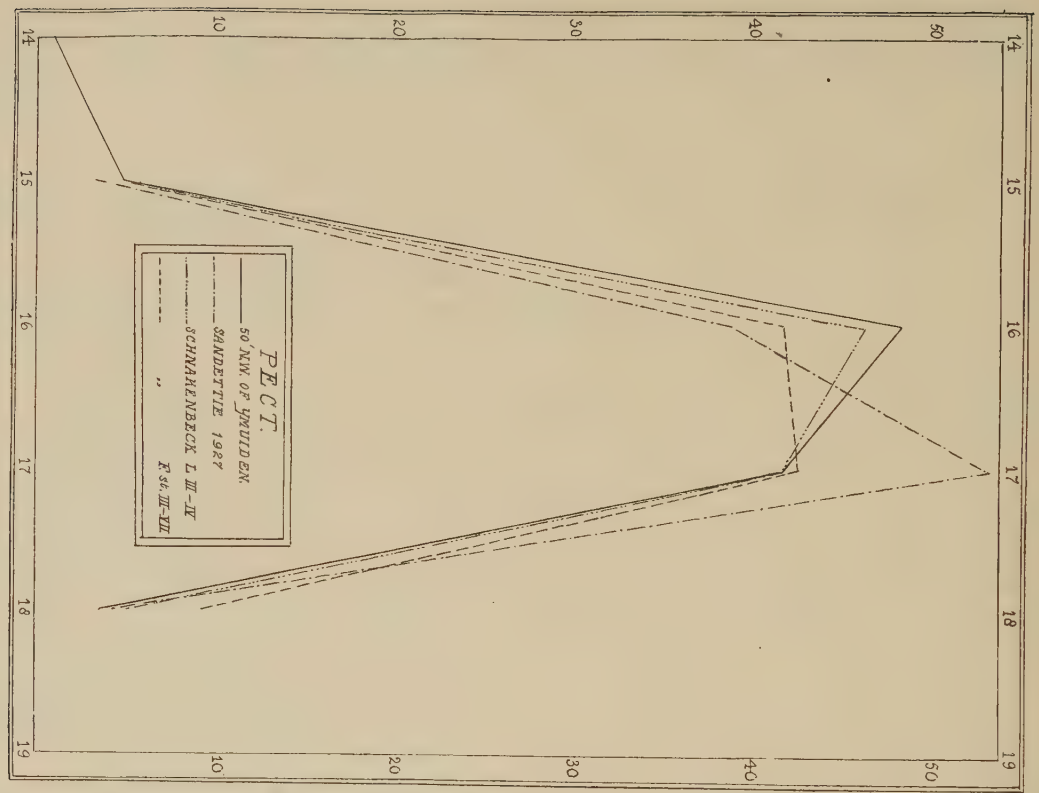

PECT.
50 NW. OF YMUIDEN.
SANDETTE 1927
SCHAAKENBECK L III-IX
" F St. III-VII

Fig. 12.

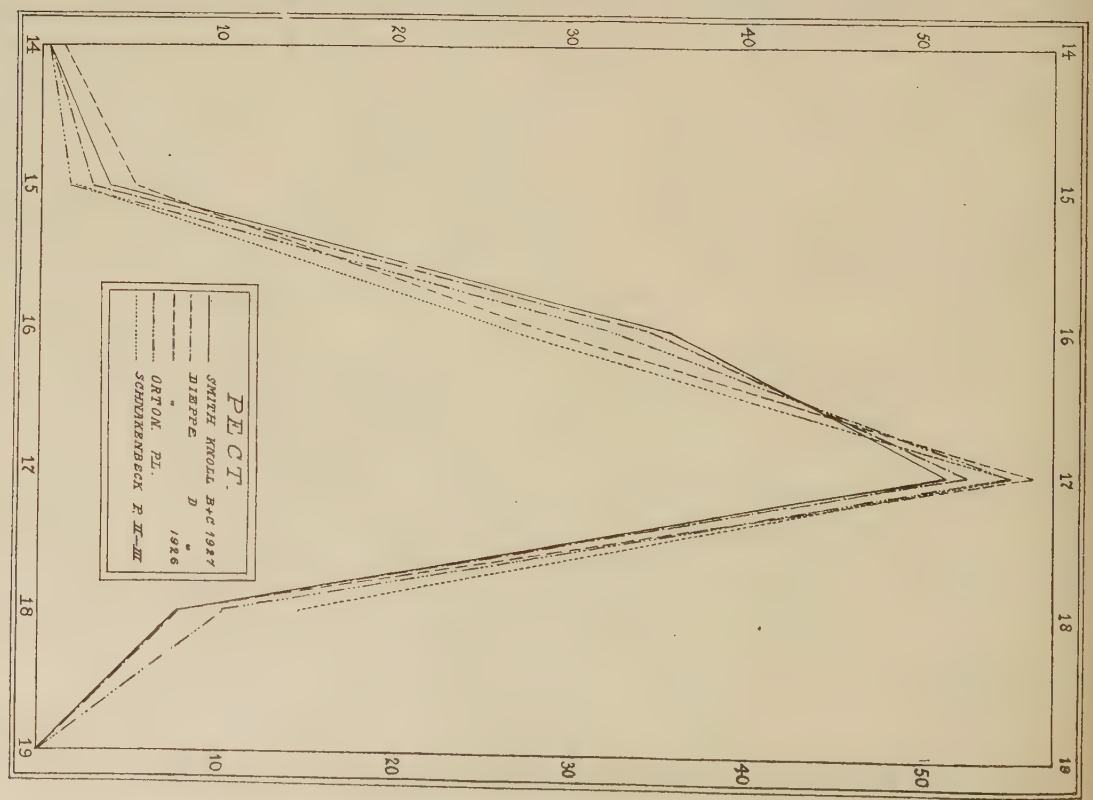

PECT.
SMITH KNOLL B+C 1927
DIEPPE D "
ORTON PL.
SCHAAKENBECK F II-III

Fig. 13.

the Southern North Sea is not a very surprising fact; indeed not only SCHNAKENBECK got Bank herring from Lowestoft, but also REDEKE did so, whose sample of only 25 individuals, caught in Nov. 1906 at 53°06′ N. and 3°0′ E., showed an average for vertebrae of 56.56 and for K_2 of 15.00, and this last feature induced JOHANSEN to regard these herrings as Bank herring ("a late spawning branch") and not to the Channel Sea herring, to which REDEKE originally had assigned them. That Bank herrings, as our sample 3 (which is, however, perhaps not quite pure) proves, penetrate as far to the south as Sandettie L. V. is in this respect not devoid of interest.

But much more important is the fact that typical Channel Sea herrings were quite absent in our samples, and that their place seems to be occupied by another race which we would not expect in the Southern North Sea, viz. the West Channel or Plymouth herring. The two samples from the classical fishery locality for Lowestoft herring (Smith Knoll), as well as both samples from Dieppe contained beyond doubt no Lowestoft herrings, but the Plymouth race.

Thus we are forced to arrive at the following conclusions (affirming those arrived at in the first chapter about the young herrings of 1—2 years old in the southern sea entrances of Holland):

1. In the last two winters (1926—1927 and 1927—1928) our race investigations on herrings of the Southern North Sea and the Channel (off Dieppe) have revealed no trace of genuine Channel Sea or Lowestoft herring.

2. In the first named winter the only sample of the Southern North Sea (50 miles N. W. of Ymuiden) belonged to the Bank herring, another sample from Dieppe to the West Channel or Plymouth herring.

In the last winter an overlapping of the two races seems to have taken place to a large degree: two samples from Smith Knoll, as only one from Dieppe turned out to be Plymouth herring; on the other hand a sample from Sandettie L. V. belonged to the Bank herring, though the analysis of this sample was the least satisfying, probably owing to the fact that it was somewhat mixed.

3. It will be of great interest to continue these researches. If it proves to be right that in some herring seasons at least the herring driftnet fisheries in the Southern North Sea and the eastern part of the Channel, from November till January, do not depend on Lowestoft herring but on stray shoals of late spawning Bank herring and on Plymouth herring, our views as to the importance of the Lowestoft race must of necessity undergo some alteration.

VIII. Racial Investigations.

By

Johs. Schmidt.

Since 1914 the Carlsberg Laboratory has dealt with investigations relating to the races of fishes, both statistical and experimental and a series of publications are already available under the general title "Racial Investigations".

For several years the Cod (*Gadus callarias*) has been the object of attention. Two results of the investigation may be specially mentioned here:—

1) The cod populations living in the Baltic differ from other European cod populations not only in biological characters such as the spawning season but also in morphological respects. The best character so far known is the average number of rays in the second dorsal fin which in the Baltic cod is below 18. Values varying from 17.24 to 17.98 were found in the 11 samples examined being distributed from all parts of the Baltic east of Bornholm including the Gulf of Bothnia and Gulf of Finland. In the western part of the Baltic (west of Bornholm) and in the Belt Sea and Cattegat the average value was found to exeed 18 increasing again to more than 19 in the North Sea and Norwegian Sea.

Our investigation thus shows that the cod populations of the Baltic are indigenous.

2) The highest number of vertebrae was met with in the cod populations living in the most northerly waters this applying both to Europe and to America. The figure decreases towards the south in such a way that we must conclude that it is correlated with the temperature of the water. The higher temperature does however not seem to be the only factor which reduces the average number of vertebrae. The decrease of the depth (perhaps also the shorter distance from land) also seems to reduce it. This we found to hold good in several other species of fish right from the stationary *Zoarces* to an oceanic species like *Scopelus* (*Lampanyctus*) *maderensis*.

This correlation between the temperature and depth and the average number of vertebrae does not indicate whether the factor in question acts in a direct or an indirect way.

IX. On the Validity of the "Race Characters" of the Food-Fishes.

By

Paul Bjerkan.

The question of the races of the food-fishes has not been extensively studied in Norwegian fishery investigations. The reason for this is chiefly that our herring as well as our cod have each long been considered as being of one race and belonging to one population, inhabiting the Norwegian coast and adjacent regions. Regarding the sprat it is somewhat otherwise; experience shows that it is difficult to find such differences even between sprats from the most distant regions of the North Sea as to justify a splitting up into races or even local populations. It might be that this is in some part due to scanty investigations, the fact is, however, that the race question has not been taken much into consideration in the study of the sprat either in the North Sea or in the Baltic.

Some peculiarities in the appearence of the sprat population on the Norwegian coast, however, made it of interest to attempt at least some tentative investigation regarding the racial connection between the sprat populations of the different regions of the North Sea. In the autumn and winter of 1926—27 I got some samples of sprats from Belgium, England and Scotland through the kindness of colleagues in the fishery investigations of those countries.

In addition to the determination of length, age etc. of these samples, I made some counts of vertebræ of some of the samples as a preliminary survey of the racial conditions, to see if the differences in this relation were of any significance compared with the corresponding data for the sprat population inhabiting the Norwegian coast.

The counts of vertebræ gave the following average values:—

Belgian sprat (Ostende, November 18th, 1926):
47.714 ∓ 0.055 (number of fish in the sample 77).
English sprat (Brightlingsea, February 1st, 1927):
47.625 ∓ 0.066 (number of fish in the sample 80).
Scottish sprat (St. Andrews Bay, January, 1927):
47.934 ∓ 0.082 (number of fish in the sample 76).
Norwegian sprat (Flødevigen Oct. 5th, 1927), young fish (year-class 1927):
48.00 ∓ 0.069 (number of fish in the sample 100).

Other samples from the Norwegian coast yielded similar values, though on the whole slightly higher.

Hessle ("Sprat and sprat fishery on the Baltic coast of Sweden", Medd. från kungl. Landbrukst., 1927) has found for the sprat from the Baltic coast of Sweden that the value of the average number of vertebræ is about 48, that is the same as for the Norwegian coast.

From this it would appear that the values increase slightly from the south to the north. The material treated, however, is as yet too scanty to allow of sure deductions. I hope in the future to have the opportunity to get samples from a number of localities scattered along the coasts of the North Sea and adjacent regions.

Then in the autumn of 1927 I obtained a sample of sprats from the Norwegian coast, which gave me some material for reflection. This sample was from a catch in Drønen, a salt water pond on the island of Hufteren south of Bergen. The sample consisted of fish 8—17 cm. in length. From the scales it was ascertained that the individuals from 13.5 cm. and upwards were 3—4 years old (year-class 1924 and 1923). These were by far the most numerous in the original sample. The specimen of only 8 cm. was a young-fish (year-class 1927) and the sprats from 10.5—13 cm. were 1—2 years old (year-classes 1926 and 1925).

I presume that you have heard about the salt water ponds of Norway in connection with our oyster culture and perhaps you have had the opportunity to see some of them. They abound along our coast and all of them have their peculiar hydrography owing to the local natural conditions regarding inlets, size, depth, supply of fresh water etc. Some of the ponds may at times have almost fresh water at the surface and the temperature during the summer may rise very high even to 30° C. in some of the ponds.

Drønen is a salt water pond with two narrow and very shallow inlets through which you may pass in a rowing boat. The pond is not large but sprat very often migrate into it and get "landlocked" for years. According to the statement of local fishermen large sprat are found there at almost any time. Now when the sprat get landlocked in that way it has been found that they propagate under these conditions and young sprat of the next generation may be found with the larger ones, presumably their parents. This is how I interpret the presence of the old and young sprat in the sample from Drønen, and I think that this interpretation is justified by the statements of the fishermen as to the sprat inhabiting the pond during recent years.

By counting the vertebræ of the fish in the sample I took all the younger sprat (0—2 years) but only a part of the older ones, the latter being very numerous. On looking through the values found it was at once very conspicuous that the average number of vertebræ was considerable higher, in the older and larger sprat (13.5—17 cm.) than in the younger and smaller (8—13 cm.). The counts gave the following results:—

Norwegian sprats from Drønen, October 18th, 1927:

13.5—17 cm. 48.23 ∓ 0.15 (number of specimens 38).

8—13 cm. 47.57 ∓ 0.12 (number of specimens 28).

The older sprat, as may be seen, exhibit a very high value, though not much higher than might be found now and then in other samples of Norwegian sprat, the younger ones show a lower value than any found in these preliminary investigations

of the number of vertebræ in the sprat. The difference between the values found in the two groups is thus larger than between those in any other samples investigated by me, and if the sprat had been found under other conditions than together in this narrow pond, it might have been justifiable to ask whether they were of different races. As it is, it seems as if the average number of vertebræ in the sprat might alter very much from one generation to the next when the development of the young ones takes place under quite new conditions.

Now as to the question of races and racial characters. What is a race and what are racial characters as understood by those working on this question?

I think I can best state the most striking attribute of racial characters by quoting Prof. Ehrenbaum's statement in the abstract of his opening address at this discussion that the peculiar race-characters are constant and fixed by heredity.

My question now is: have definite proofs been given that any one so called racial characters are constant and fixed by heredity? This is only one of the questions raised by the investigation of the sample from Drønen and other observations made in the study of sprat and other kinds of our food fishes, especially the herring.

I am aware that my material is somewhat scanty; I have found before that some of the ponds, for instance Hillevaagsvann near Stavanger, contain a very robust and bulky sprat, differing very much from the sprat of the open fjords near by, but it was not until this winter that I was able to obtain a sample of old and young sprat from such a pond, and to see that they might have some interest as regards the race question. I hope in the future to get more of such samples in order to investigate the question more closely. The difficulty is, however, that catches of sprat are made only occasionally in such salt water ponds and that you generally have to catch them yourself, and then comes the question whether you have found the proper conditions: old and young sprat — parents and offspring — together.

My interest in the question of the constancy and inheritance of racial characters has been strengthened by seeing some remarks in recent publications, especially regarding herrings:—

Lea ("Age and growth of the herring in Canadian Waters". Canadian Fisheries Exp. 1914—15, 1919) states that the average number of vertebræ in the herring may vary considerably from one year-class to another.

Johansen ("On the Summer-Spawning Herring of Iceland", Medd. fra Komm. f. Havunders. 1921) admits this fact but finds this to be due perhaps to admixture with other races, but less significant differences may be found from year to year even in herring belonging to the same race.

Schnakenbeck ("Rassenuntersuchungen am Hering", Ber. Deutsch. Wiss. Komm. Meeresf., 1927) by using the value of the average number of vertebræ for 28 of Johansen's races of herrings has shown that the values increase from areas of low salinity to those of higher. The importance of the higher or lower degree of salinity in regard to these morphological characters in other fishes, viz. *Zoarces viviparus*, *Salmo trutta*, *Lebistes reticulatus* has been demonstrated by direct experiment by Schmidt (*vide* Johansen:

"On the Summer and Autumn Spawning Herrings of the North Sea", Medd. fra Komm. f. Havunders. 1924).

Ford ("Herring Investigations at Plymouth. 1. Methods of Collection and Treatment of Data". Journ. Marine Biol. Association 1928) states: "It seems to the present writer that until more definite knowledge of the respective parts played by heredity and environment in the establishments of number of such characters as vertebræ, keeled scales, and fin-rays is gained, it is doubtful whether, in directing our sample analyses towards the immediate recognition of possible "races" we are following the method most likely to lead to correct interpretation of observed sample differences. We are not without indications that environment can, and does, play its part in the establishment of the number of vertebræ, keeled scales and "fin-rays".

Then I may remind you of a statement by Broch ("Norwegische Heringsuntersuchungen während der Jahre 1904—06", Bergens Museums Aarbok 1908) which seems to a certain degree to have been overlooked in this connection. He found that the herring from Beitstadfjord, the innermost part of Trondhjem fjord had an average number of vertebræ of 56,48, and in the Trondhjem fjord proper 56.97. The Norwegian herring and the North Sea herring have, as is known resp. 57.6 and 56.6.

Now this Beitstadfjord herring has my special interest and I know a little about its characteristics in this fjord; I was born and have grown up on the banks of that fjord. The Beitstadfjord herring is not a special race of herring. It is a herring which may be "landlocked" for some years and then migrates out of the fjord again. I have observed on many occasions the immigration of herring into this fjord and times when there were only traces of herring or none at all. In the nineties of the last century the herring migrated into the fjord and very good fishing followed. Whether this herring remained in the fjord up to the year 1906, when Broch got his sample, I do not know for certain, as during those years I made only occasional visits there. I think it most probable that during this time there was emigration and immigration as in the years before of parts of the population or of almost the whole stock. You may find indications of such migration in the lowering of the value of the average number of vertebræ for the herring of the Trondhjem fjord proper, found during 1906. To my mind as far as I know the conditions, the Beitstadfjord herring is a Norwegian sea herring, landlocked for years and propagating in the fjord under extreme conditions and thereby changing certain of its "race characters" as shown by Broch. The occurrence is a parallel to the conditions found for the sprat from Drønen, only we do not know how many generations there are between the immigrants and the descendants investigated by Broch. If the average number of vertebræ of the occurring year-class of the Beitstadfjord herring had been investigated in 1906 we might have known more about the case, but age investigations were only then in their infancy. It is natural that the significance of the case was not understood at the time.

As might be understood, the occurrence of "landlocked" sprats and herrings in our salt water ponds and fjords with narrow inlets is of interest in the investigation of the fixity of the "racial characters". Many facts regarding the question might be arrived at by studying the temporary population of such waters. The full proof of the constancy

and inheritance of the "racial characters" and the influence of the external conditions on those characters can, however, only be produced by rearing experiments under standard conditions. Such experiments might be accomplished in just such ponds under control and with a material of herrings or sprats with known properties regarding "racial characters", or in aquaria as well, if they are large enough and have the proper equipment.

In concluding I might remark that for the investigation of the sprat an enquiry based on the idea of "temporary populations" (as worded by Ford l. c.) should be more promising than working on the supposition of races. We then have the working hypothesis that the so called "racial characters" are determined by the external conditions during the hatching, while the scales display the age and growth of the fish during the later periods of its life. If races with fixed and inherited characters really exist they may be identified by this working hypothesis as well and the formation of many questionable races, based on insufficient or mixed material, threatening to reduce the race-investigations *in absurdum*, may be avoided.

X. On some characters of the Baltic Plaice which have changed during the last decennaries.

By

A. C. Johansen.

The plaice in the Skagerak, Baltic and intermediate waters can be grouped in two different races: the North Sea race and the Baltic race.

The North Sea race spawns in the North Sea, Skagerak, and the northern and eastern Kattegat in depths of about 20—80 metres and in preference in water of about 34—35.3 $^0/_{00}$ salinity. The Baltic race spawns in the southern and western part of the Baltic, the Belt Sea, and the southern Kattegat in water of about 10—32 $^0/_{00}$ salinity. The Baltic plaice differs perceptibly from the North Sea plaice in having fewer vertebrae and dorsal, anal, caudal, and ventral fin rays than the latter. The Baltic plaice originates undoubtedly from the North Sea plaice and it is probable that as a special race it is no older than the Baltic Sea itself, i. e. about 6000—7000 years.

The average number of vertebrae and of anal and dorsal fin rays possessed by the two races of plaice were during the period 1893—1907 as follows:

	North Sea race	Baltic race	Difference
Total number of vertebrae	c. 43	c. 42.3—42.7	c. 0.5
— — - anal fin rays	72—73	67—68	c. 5
— — - dorsal fin rays	c. 54	c. 50	c. 4

The North Sea race has not completely uniform features throughout all the parts of its area of distribution. In several places there seems to be a tendency to the formation of local forms with special features. Thus in the southeastern and southern portion of the North Sea including the Dogger Bank the plaice have on an average rather fewer anal fin rays than the other North Sea plaice. The plaice belonging to the North Sea group which spawn in the Kattegat have on an average the highest number of anal fin rays (comp. Figs. 3—6), and the fish spawning in the northern part of the North Sea have the next highest. Owing to the fact however that the number of fin rays in the same localities may fluctuate a little from year to year, and by reason also of mixing and crossing, we are not in a position in the case of the North Sea group to distinguish between various races which are quite distinct from each other.

Also the plaice in the southern Kattegat, Belt Sea, and Baltic have not quite uniform characters in all parts. The number of vertebrae and anal and dorsal fin rays decrease for instance as we pass from the southern Kattegat down towards the southern part of the Belt Sea and the western Baltic, whereas it increases as we go east towards the Arcona and Bornholm Basins. These differences cannot be accounted for in every case by the fact that the supply of larvae and the immigration of young fish of the North Sea race are not equally great in the different areas.

The most mixed stock is found in those areas into which the North Sea water penetrates in comparatively large quantities in winter and spring during the pelagic stage of the larvae, such as the southern Kattegat, the Sound, and the northern part of the Belt Sea[1]).

A large part of the plaice of the North Sea race which enter the southern Kattegat and the Baltic waters depart before spawning and emigrate towards the north eastern Kattegat, the Skagerak or the North Sea, which it has been possible to prove by means of marking experiments[2]) but it is improbable that all the North Sea plaice find their way out of the Baltic waters before spawning, and it is therefore possible that crossings may occur here.

As is well known, the intensive fishery has caused a marked thinning out of the plaice stock in the southern Kattegat, the Belt Sea, and the western Baltic in the last decennaries, and in the Baltic proper in the last decennary. This thinning out of the stock has been followed by a great increase in the speed of growth of the Baltic plaice.

In 1912 I set forth the hypothesis that a change had taken place in the growth rate of the plaice in the Belt Sea[3]), and in 1920 C. G. Joh. Petersen gave some proofs of such a change[4]). The increase in the growth was studied more closely by Kirstine Smith in 1921—23[5]), and in 1923 I found by means of marking experiments in the Baltic to the south of Møen that the growth of the plaice was then much more rapid than in 1907 when corresponding experiments had been made[6]). The change in the growth rate has later on been studied by Strodtmann and Langhammer, Molander, K. A. Andersson, H. Blegvad and H. Henking.

The Baltic plaice has quite altered in appearance in the southern Kattegat, the Belt Sea, the Western Baltic, and the western part of the Baltic proper. Formerly it was a pronounced dwarf form — especially in the western Baltic and the Baltic proper — which as a rule was very lean and was only of very small value as a marketable fish. At the present time it attains a much greater size, is of better quality, and consequently fetches a far higher price. The average length of the plaice when it attains maturity

[1]) A. C. Johansen: Bericht über die dänischen Untersuchungen über die Schollenfischerei. Medd. Komm. f. Havunders. Ser. Fiskeri. Bd. III. Nr. 8. 1910.

[2]) A. C. Johansen: Contributions to the Biology of the Plaice II. Meddelelser. Ser. Fiskeri. Bd. II. Nr. 5. 1907.

[3]) A. C. Johansen: Om Rødspætten og Rødspættefiskeriet i Beltfarvandet, 1912 p. 98.

[4]) C. G. Joh. Petersen: Report XXVII from the Danish Biological Station. 1920.

[5]) Meddelelser fra Komm. f. Havunders. Ser. Fiskeri. Bd. II. Nr. 7. København 1923.

[6]) Fiskeri-Beretning for 1923 p. 107.

for the first time has risen in the western Baltic from c. 16 cm. in 1904—10 to c. 23 cm. in 1927—28 for males, and from c. 22 cm. to c. 28 cm. for females. The average length of the plaice landed from the western Baltic has increased during the same period by about 6—9 cm., and the quality has greatly improved. No plaice of more than 45—50 cm. had been formerly observed in the Baltic. At the present time plaice are caught there 50—75 cm. in length.

There can be no doubt that the marked increase in the growth rate is due to the food conditions having improved and that this again is mainly a consequence of the stock having been thinned out so that there is now more food for each individual plaice than formerly. The fact that in several recent years, especially in 1923 and 1926, there has occurred an unusually strong inflow of salt bottom water from the Skagerak into the Baltic waters has moreover probably at certain times caused an improvement in the food conditions for the Baltic plaice.

We may assume that the improved food conditions for the Baltic plaice have brought about this great increase in growth, and we see from this that such features as a slow or rapid growth, or a certain size when sexual maturity is attained for the first time, are not satisfactory as racial characters. Characters of this kind may to a certain extent be hereditary but they are quickly and greatly affected by external factors.

It is now of importance to investigate whether such individual constant characters as the number of vertebrae and of anal and dorsal fin rays have also changed simultaneously with the improvement in the food conditions. Fortunately comprehensive biometrical investigations have been made in the last decennaries on these characters — and especially on the number of the anal fin rays. The investigations of this kind were commenced in 1893 by Duncker[1]) and were taken up shortly afterwards by C. G. Joh. Petersen[2]) and Th. Mortensen[3]), as also by Kyle[4]).

In 1902—11 I continued these investigations[5]), and they were taken up again in 1921—28 by me and my collaborators (Erik M. Poulsen, S. W. Fogh, H. Blegvad, Ahlmann Andersen). In addition to the countings carried out by us, hitherto unpublished material collected by the Danish Biological Station from 1894—1903 and 1920—25 has been at my disposal.

As regards the total number of vertebrae the material available is recorded in Table 1:

---

[1]) G. Duncker: Variation und Verwandtschaft von *Pleuronectes flesus* und *Pl. platessa*. Wiss. Meeresunters. N. F. I. 1894.

Idem: Über einige Lokalformen von *Pleuronectes platessa*. Mitt. Naturh. Museum. XXX. Hamburg 1913.

[2]) Report IV from the Danish Biological Station. Appendix II. 1894.

[3]) Report V from the Danish Biological Station. 1896.

[4]) Contributions towards the Natural History of the Plaice. 18. Report. Fishery Board for Scotland. Glasgow 1900.

[5]) Rapports et Procès-Verbaux. Vol. V. Copenhague 1906.
Medd. Kommissionen f. Havunders. Ser. Fiskeri. Bd. III. No. 8. 1910.

Table 1. Total number of vertebrae in the Baltic Plaice.[1])
(In the Danish material specimens with double-vertebrae are omitted).

Date	Place of capture	Mean no. of vertebrae	σ	σ_m	Number of specimens	Length limits cm.	Investigator
		Belt Sea.					
May 1895	Kerteminde Bay.....	42.59	0.80	0.09	87	21—32	Th. Mortensen
Octbr. 1903	Great Belt.....	42.52	0.65	0.13	25	..	Johansen
March 1928	Dalby Bay (N. of Funen).	42.71	0.81	0.06	175	23—34	Poulsen & Fogh
March 1928	Nyborg Fjord	42.69	0.79	0.15	26	21—34	Poulsen & Fogh
		Western Baltic.					
1893	Niendorf (Lübeck Bay)...	42.29	0.82	0.11	52	19—31	Duncker
1893	Kiel.....	42.22	0.75	0.13	32	24—29	Duncker
abt. 1899	Eckernförde.....	42.43	1.04	0.15	47	25—39	Kyle
Total 1893—99		42.32	0.89	0.08	131	19—39	
March 1928	12 miles S.W. of Gulstav..	42.20	0.96	0.09	125	25—51	Poulsen & Fogh
April 1928	2 miles S.W. of Bagenkop	42.31	0.90	0.07	178	24—46	Poulsen & Fogh
		Baltic proper between Falster, Möen and Rügen.					
June 1895	S. of Klintholm Harbour, 15 m.....	42.60	0.63	0.07	83	..	Th. Mortensen
March 1904	S. of Möen, 22 m.....	42.74	0.63	0.09	50	..	A. Otterström
June 1904	S. of Möen, 22 m.....	42.64	0.57	0.11	25	..	A. Otterström
Total 1895-1904		42.65	0.71	0.06	158	..	
May 1928	S. of Möen.....	42.56	0.81	0.05	227	24—45	Poulsen

[1]) Magister AAGE J. C. JENSEN has kindly assisted me in working out the Tables 1—5.

It will be seen from Table 1 that no alteration in the number of vertebrae can be traced from the period 1893—1904 till the year 1928. In the Great Belt the number of vertebrae was slightly higher in the latter than in the former period but in the Western Baltic and in the waters between Falster, Møen, and Rügen the contrary was the case, but nowhere are the differences so great that there is any reason to suppose that an alteration has occurred. The fact that the number of vertebrae has remained unaltered in the case of the Baltic plaice during a period when

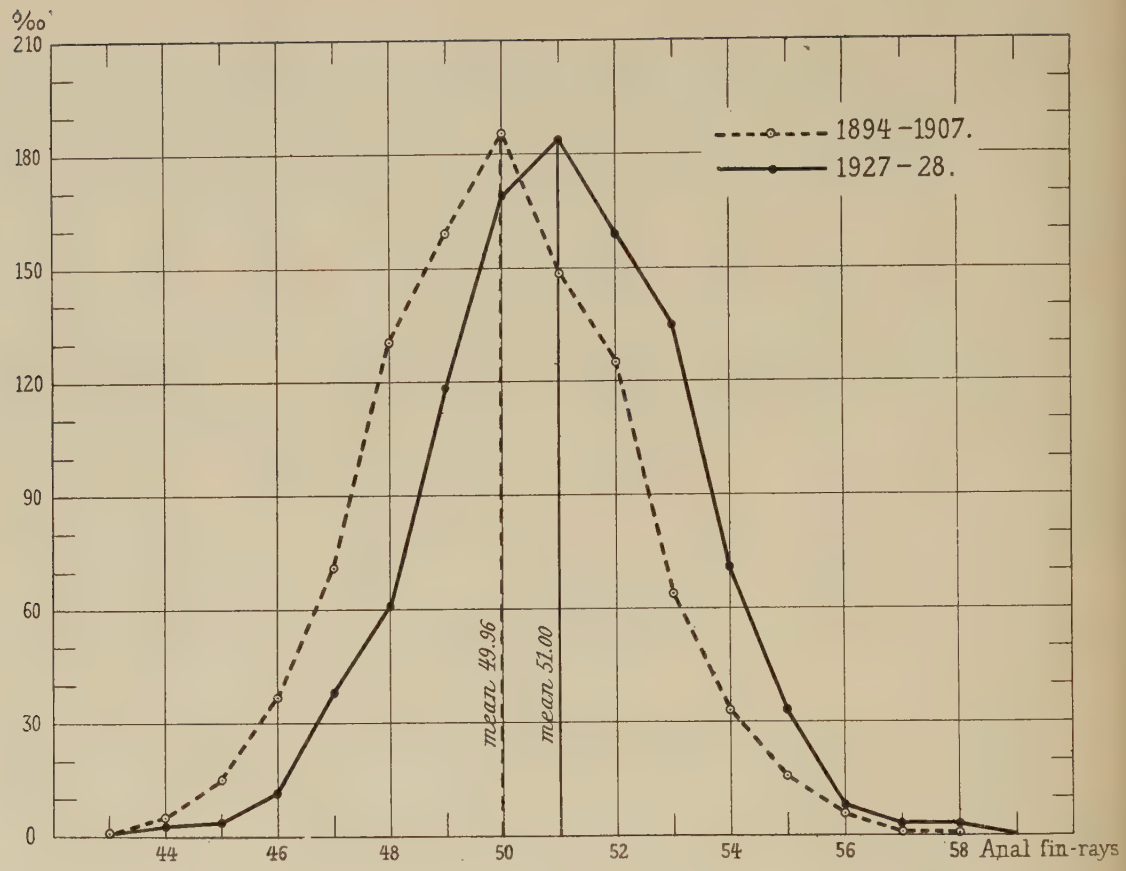


Fig. 1. Number of anal fin rays observed in Plaice from the Great Belt during different periods: 1894—1907 and 1927—28.
(Number of specimens investigated is stated in Table II.)

both the food conditions for the plaice and the salinity of the water have undergone great changes definitely indicates that the relatively low number of vertebrae possessed by the Baltic plaice is a hereditary feature.

As regards the number of anal fin rays, we possess a very large quantity of data obtained by observation during the periods 1893—1907 and 1922—28.

In Table 2 is given a summary of the results obtained from counting the anal rays of the plaice from the Great Belt, the Western Baltic and the Baltic proper between Falster, Möen, and Rügen. This table gives the impression that there has occurred an increase in the number of rays from the period 1893—1907 till the years 1927—28 (Cp. Fig. 1 and Fig. 2).

A closer analysis of the material discloses however the probability that there is here no question of a permanent increase in the number of rays but only of a temporary increase.

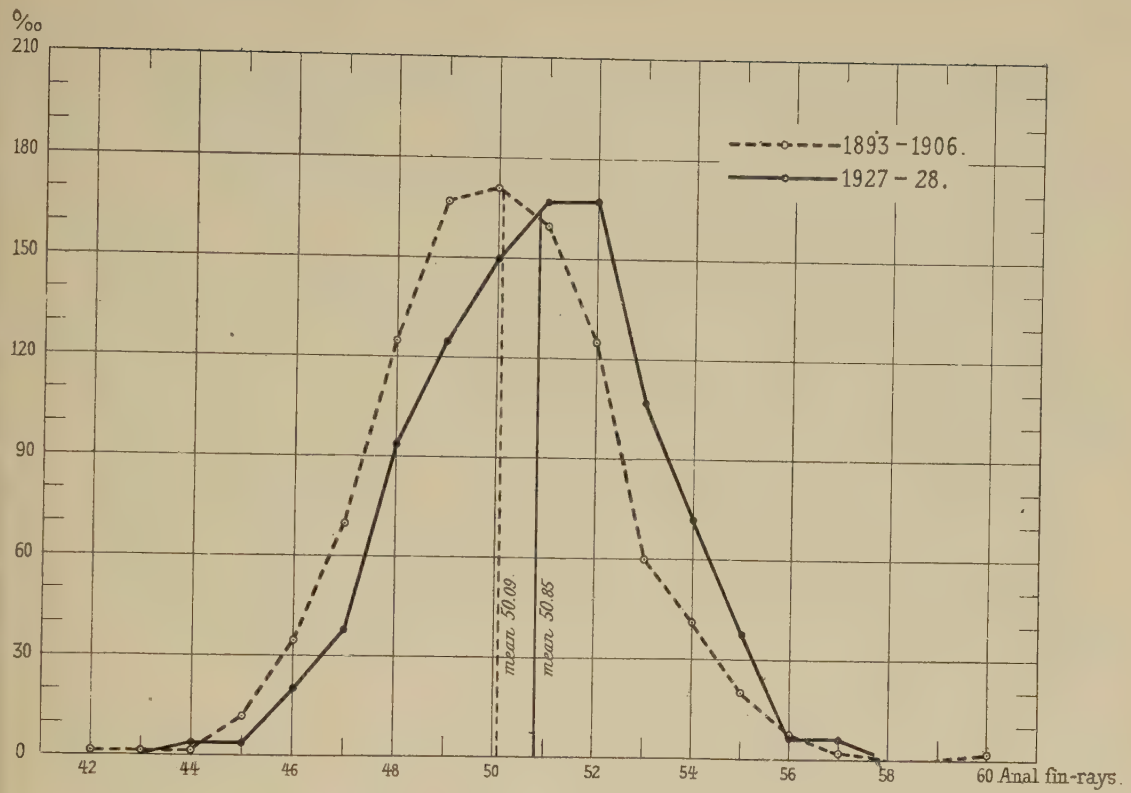


Fig. 2. Number of anal fin rays observed in Plaice from the Western Baltic during different periods: 1893—1906 and 1927—28.
(Number of specimens investigated is stated in Table II.)

Table 2. Number of anal fin rays in the Plaice in the Baltic.

Period	Place of capture	Number of specimens examined	Mean value	σ	σ_m
1894—1907	Great Belt	1443	49.96	2.25	0.059
1920—1925	—	527	50.38	2.08	0.091
1927—1928	—	735	51.00	2.16	0.080
1893—1905	Western Baltic	1042	50.09	2.29	0.071
1920—1924	—	405	50.20	2.09	0.104
1927—1928	—	552	50.85	2.32	0.097
1894—1907	Falster—Möen—Rügen	1130	50.45	2.30	0.068
1920—1925	— — —	211	50.70	1.77	0.122
1927—1928	— — —	321	50.85	2.56	0.143

The differences observed here and the mean error of the differences are as follows:
Difference Great Belt 1894—1907 and same waters 1927—28 = 1.04.
Mean error of difference 0.10.
Difference Western Baltic 1893—1905 and same waters 1927—28 = 0.76.
Mean error of difference 0.12.
Difference Baltic betw. Falster—Möen—Rügen 1894—1907 and same waters 1927—28 = 0.40.
Mean error of difference 0.16.

Table 3. Number of anal fin rays in Plaice from the Great Belt.

Date	Place of capture	Mean no. of anal fin rays	σ	σ_m	No. of specimens	Length limits cm.	Year class	Investigator
April—June 1894	Kalundborg Fjord etc...	49.03	..	..	29	..	mixed	Mortensen
May 1895	Kerteminde Bay	50.64	1.99	0.20	100	..	mixed	—
June 1902	Kerteminde Bay	49.88	2.17	0.22	100	..	1902	Schmidt
Octbr. 1902	Off Lundeborg, 15-17 m.	49.88	2.40	0.17	203	20—35	mixed	Johansen
Febr. 1903	Kerteminde Bay, 6-9 m.	49.88	2.20	0.31	49	> 20	mixed	—
Febr.—March 1903	Kerteminde Bay, 6-9 m.	50.31	..	..	29	> 25	mixed	—
Febr.—March 1903	Off Lundeborg, 15-19 m.	50.07	2.14	0.21	100	> 16	mixed	—
June 1903	Onse Vig, Laaland.....	50.05	2.11	0.33	40	3—6	1903	—
July 1903	Spodsbjerg, Langeland..	50.46	2.10	0.14	223	1.5—6	1903	—
Aug. 1903	Kerteminde Bay	50.33	2.28	0.17	182	4—10	1903	—
Nov. 1905	Kerteminde Bay	49.16	2.01	0.40	25	4—12	1903	Blegvad
March 1907	Off Lundeborg, Funen..	49.45	2.21	0.13	287	3—13	1906	Johansen
March 1907	Off Lundeborg, Funen..	49.39	2.23	0.26	76	13—22	1905	—
Total 1894—1907		49.96	2.25	0.059	1443			
Sept. 1920	N. of Stavreshoved, Great Belt, N.....	50.05	2.09	0.27	58	18—32	mixed	Blegvad
Sept. 1920	S. of Sprogö	50.69	..	..	26	28—38	mixed	—
Sept. 1920	Spodsbjerg, Langeland-belt.....	50.04	2.13	0.30	49	27—42	mixed	—
Sept. 1920	Lillegrunden, Great Belt, N.....	50.27	2.27	0.25	83	24—45	mixed	—
Febr. 1924	Kerteminde Bay.....	50.22	1.73	0.18	89	31—52	mixed	Larsen
July 1924	Great Belt.....	50.30	1.99	0.17	135	1—4	1924	—
Aug. 1925	Albuen, Nakskov Fjord.	50.77	..	..	13	3—8	1925	Blegvad
Aug. 1925	By Sandhagen, Nyborg Fjord	51.02	2.10	0.30	50	2—7	1925	—
Aug. 1925	Off Tidselholt, S. of Lundeborg.....	52.09	..	..	11	4—8	1925	—
Aug. 1925	E. of Fænö.....	50.85	..	..	13	5—8	1925	—
Total 1920—25		50.38	2.08	0.091	527	1—52	..	
July—Aug. 1927	Great Belt.....	50.78	2.33	0.16	221	2—8	1927	Andersen
March 1928	Kerteminde Bay	51.10	2.10	0.10	488	7—29	mixed	Poulsen
March 1928	Off Nyborg.....	51.08	..	..	26	21—34	mixed	—
Total 1927—28		51.00	2.16	0.080	735	2—34	..	

It is clear from Tables 3—5, which illustrate the results obtained from counting the rays of the separate samples of the plaice examined, that in the course of years there have been considerable fluctuations in the number of rays. Relatively high values for

Table 4. Number of anal fin rays in Plaice from the Western Baltic.

Date	Place of capture	Mean no. of anal fin rays	σ	σ_m	No. of specimens	Length limits cm.	Year class	Investigator
1893	Kiel	49.88	2.78	0.48	33	24—29	mixed	Duncker
1893	Off Niendorf, Lübeck Bay	49.84	2.46	0.33	55	19—30	mixed	—
May 1894	4 miles S.W. of Kramnitze	52.80	..	..	5	27—32	mixed	Mortensen
May 1894	6 miles N.E. of Marienleuchte	51.00	..	..	4	25—28	mixed	—
Aug. 1897	Eckernförde	49.58	..	..	19	6—7	1897	Petersen
Nov. 1897	Eckernförde	49.36	2.04	0.27	56	8—13	mixed	—
Sept. 1899	Eckernförde	48.88	2.28	0.39	34	6—9	1899	—
ca. 1899	Eckernförde	49.66	1.89	0.28	47	25—39	mixed	Kyle
Sept. 1902	S. of Ærö	50.25	2.08	0 21	100	20—35	mixed	Johansen
Sept. 1902	W. of Gulstav	51.14	2.37	0 24	100	16—30	mixed	—
Sept. 1902	Off Leby, Ærö	50.68	2.33	0.38	38	19—44	mixed	—
June 1903	S.W. of Bagenkop, 23 m	50.51	2.15	0.15	210	..	mixed	—
June 1903	8 miles E. of Fehmarn	50.85	1.82	0.29	40	7—44	mixed	—
Aug. 1904	Off Niendorf, Lübeck Bay	49.13	2.03	0.14	218	3—8	1904	Duncker
Nov. 1905	4 miles N. of Marienleuchte	51.25	..	..	4	19—22	mixed	Johansen
Nov. 1905	7 miles S.W. of Bagenkop	50.76	2.27	0.25	79	18—37	mixed	—
Total 1893-1905		50.09	2.29	0.071	1042	..	..	
Sept. 1920	Off Bagenkop	49.65	2.08	0.28	57	28—42	mixed	Blegvad
March 1922	6 miles W.S.W. of Bagenkop	50.27	2.04	0.17	140	26—42	mixed	Johansen & Poulsen
April 1922	Fehmarn Belt	50.28	2.14	0.16	172	25—41	mixed	—
March 1923	Off Bagenkop	50.32	..	..	22	40—48	mixed	—
July 1924	S. and W. of Ærö	50.57	..	..	14	2—3	1924	Andersen
Total 1920-24		50.20	2.09	0.10	405	2—48	..	
Febr. 1927	6 miles W. of Bagenkop	51.07	2.07	0.20	104	26—55	mixed	Poulsen
March 1927	c. 8 miles S. of Gulstav	50.69	2.17	0.21	111	26—42	mixed	—
July-Aug. 27	S. and W. of Ærö	50.50	2.90	0.53	30	3—7	1927	Andersen
March 1928	12 miles S.W. of Gulstav	50.97	2.44	0.22	127	25—50	mixed	Poulsen
April 1928	2 miles S.W. of Bagenkop	50.79	2.24	0.17	180	24—46	mixed	—
Total 1927-28		50.85	2.32	0.097	552	2—55	..	

the number of anal fin rays have also been observed in previous periods. Thus Table 4 shows for instance that in a sample of 100 fish captured to the west of Gulstav, Langeland, on September 30th 1902 a mean value of 51.14 rays was found, i. e. a higher average number than was found in any of the samples from the western Baltic in 1927 and 1928.

Table 5. Number of anal fin rays in Plaice from the Baltic proper between Falster—Møen and Rügen.

Date	Place of capture	Mean no. of anal fin rays	σ	σ_m	No. of specimens	Length limits cm.	Year class	Investigator
April 1894	13 miles S.E. of Möen's light.	51.00	2.38	0.18	170	..	mixed	Mortensen
June 1895	Möen, S. of Klintholm harbour	50.77	2.33	0.25	88	20—34	mixed	—
July 1895	13 miles S.E. of Möen's light.	51.52	2.44	0.36	46	18—36	mixed	—
Total 1894-95		51.01	2.38	0.14	304	..	..	
Sept. 1902	S. of Möen.....	49.33	..	..	15	3—5	1902	Johansen
Sept. 1902	S. of Möen.....	49.10	2.02	0.20	101	6—13	1901	—
Sept. 1902	S. of Möen.....	50.70	2.33	0.13	300	13—28	mixed	—
Febr. 1903	4 miles S.E. of Hestehoved..	50.70	2.05	0.23	77	14—46	mixed	—
March 1903	S. of Möen.....	50.90	2.03	0.20	99	8—30	mixed	—
June 1903	S. of Möen.....	49.75	..	..	4	15—31	mixed	—
March 1907	15 miles S.E. by S. of Hestehoved	49.65	1.99	0.18	118	3—8	1906	—
March 1907	15 miles S.E. by S. of Hestehoved	49.90	2.02	0.24	71	8—18	1905	—
Aug. 1907	S.E. of Möen's light.....	50.07	2.04	0.32	41	8—10	1906	—
Total 1902-07		50.25	2.23	0.08	826	3—46	...	
Sept. 1920	5 miles S. of Klintholm	50.32	2.54	0.36	50	18—48	mixed	Blegvad
Decbr. 1921	15 miles S.E. by E. of Möen's light.....	51.06	2.24	0.22	102	24—38	mixed	Larsen
Aug. 1925	Grönsund, off Næsgaard.....	50.39	2.21	0.29	59	3—8	1925	Blegvad
Total 1920-25		50.70	1.77	0.12	211	3—48	..	
June 1927	Grönsund, off Næsgaard.....	49.23	2.24	0.41	30	2—4	1927	Blegvad
July 1927	Hjelmbugt, Klintholm, Hesnæs	49.23	2.64	0.40	43	3—5	1927	Andersen
May 1928	E. of Möen and Falster	51.32	..	..	22	5—35	mixed	Poulsen
May 1928	3 miles S.E. of Möen's light	51.31	2.34	0.27	74	25—37	mixed	—
May 1928	N.E.part of Kadetrende.....	51.24	2.33	0.19	152	24—45	mixed	—
Total 1927-28		50.81	2.56	0.14	321	2—45	..	

Similarly Table 5 shows that in three samples of 304 fish in all from the waters between Falster—Møen and Rügen in the years 1894—95 the mean number of anal fin rays was 51.01, i. e. more than the mean number possessed by 321 fish in the years 1927—28.

Fig. 3. Average number of anal fin rays observed in Plaice of different year-classes 1894—1904.
Figures not underlined indicate specimens of the 0-Gr.
Figures underlined — — - - I-Gr.
(Number of specimens and year-class in brackets.

Fig. 4. Average number of anal fin rays observed in Plaice of the year-class 1905.
Figures not underlined indicate specimens of the 0-Gr.
Figures underlined — — - - I-Gr.
(Number of specimens investigated in brackets.)

Fig. 5. Average number of anal fin rays observed in Plaice of the year-class 1906.
Figures not underlined indicate specimens of the 0-Gr.
Figures underlined — — - - I-Gr.
(Number of specimens investigated in brackets.)

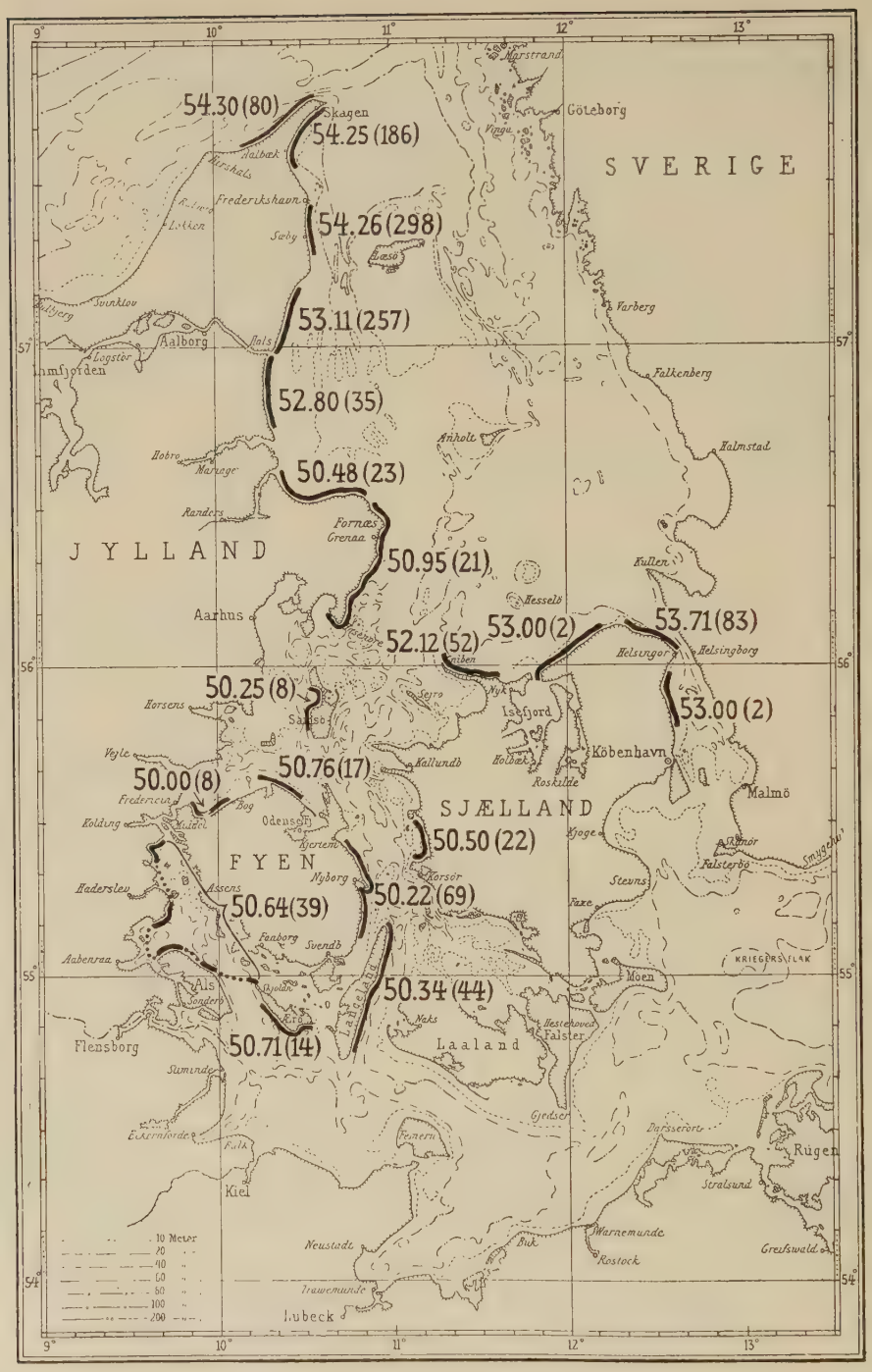


Fig. 6. Average number of anal fin rays observed in Plaice of the year-class 1924, caught as 0-Gr.
(Number of specimens investigated in brackets.)

Fig. 7. Average number of anal fin rays observed in Plaice of the year-class 1925, caught as 0-Gr. (Number of specimens investigated in brackets.)

The increase in the number of fin rays which is proved to have occurred in recent years in the case of the plaice in the Belt Sea and Western Baltic is already evident if we observe the youngest year class of plaice (0-Gr.). This may be seen clearly by comparing Figs. 3, 4 and 5, which show the number of fin rays possessed by the youngest year class of plaice in the Baltic waters during the period 1894—1906[1]), with Figs. 6, 7 and 8 which show the corresponding number of fin rays in the year classes 1924, 1925 and 1927. This fact shows that the increase in the number of rays in the Belt Sea and the Western Baltic cannot be explained by an increased immigration of adult fish of the North Sea race.

I consider it also improbable that the increase is due to a hybridization between the Baltic plaice and the North Sea plaice transplanted into the Baltic. — It is true that such transplantations took place in certain years between 1909 and 1923, but they did not comprise more than about 30.000 specimens in all, and most of those experiments were unsuccessful. Many of the plaice had apparently suffered from the transplantation and died shortly afterwards. The number of North Sea Plaice trans-

[1]) It should be noted that the year-class 1903 in the Belt Sea has a higher number of anal fin rays than the other year classes of the period 1897—1906.

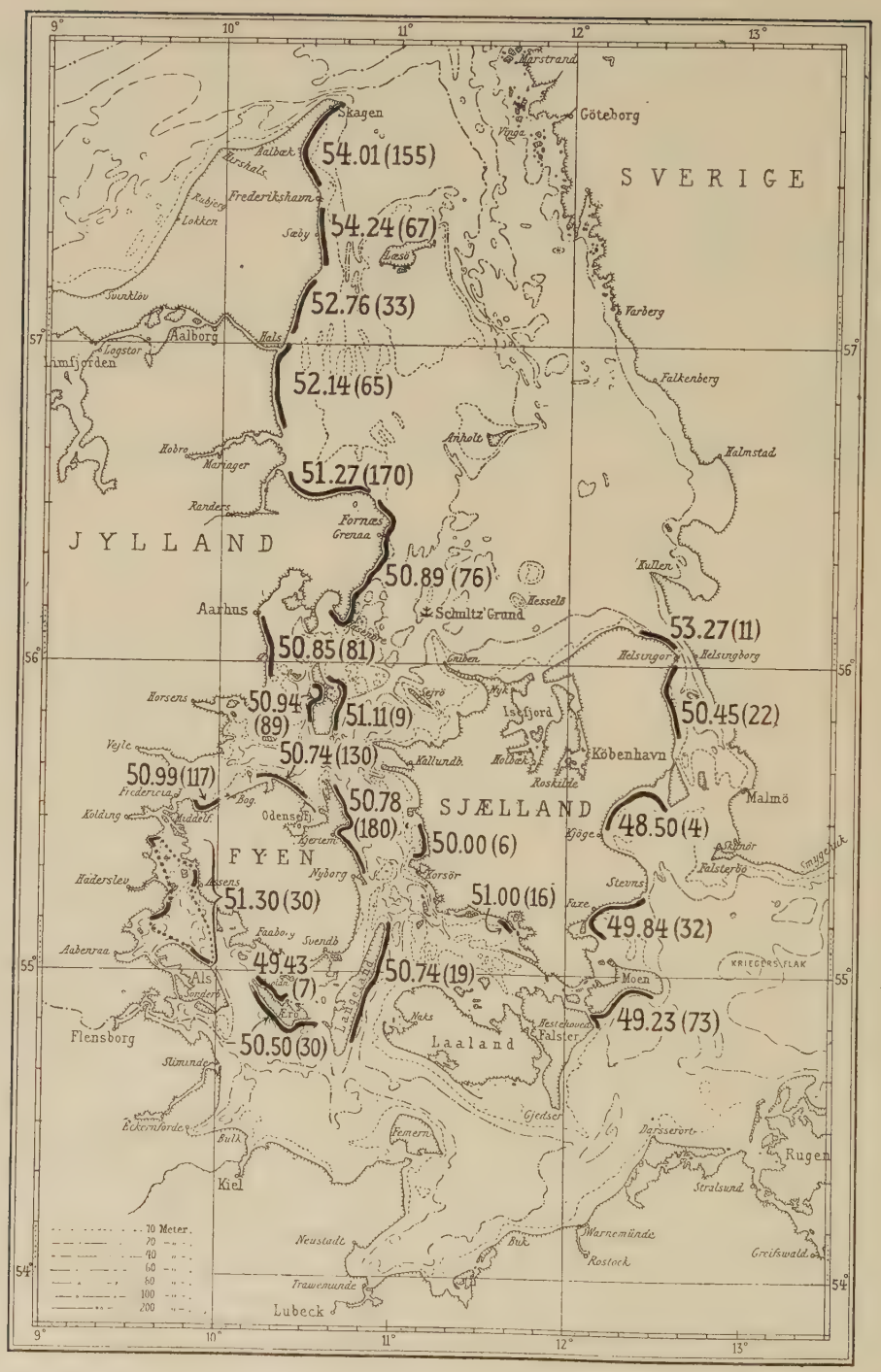


Fig. 8. Average number of anal fin rays observed in Plaice of the 0-Gr. Year-class 1927.
(Number of specimens investigated in brackets.)

planted to the Belt Sea and Baltic in the period 1909—23 is negligible in proportion to the number of larvae of the North Sea Plaice transported to these waters by the currents.

An examination of Fig. 9 shows that for the years 1924—27 there is a distinct correlation between the salinity of the surface water in January and February at the Schultz' Grund lightship and the number of anal fin rays possessed by the corresponding year classes of plaice in Great Belt. In the years when the salinity of the water is high the number of fin rays is high and *vice versa*[1]). This fact indicates either that the salinity of the water exerts directly or indirectly a certain influence on the number of fin rays or that a relatively large number of larvae of the North Sea race are carried along with the southerly current into the Baltic waters in the years when the salinity of the water is comparatively high. There are many proofs that the latter is the case, but this does not preclude the possibility that the former factor may also be of some importance.

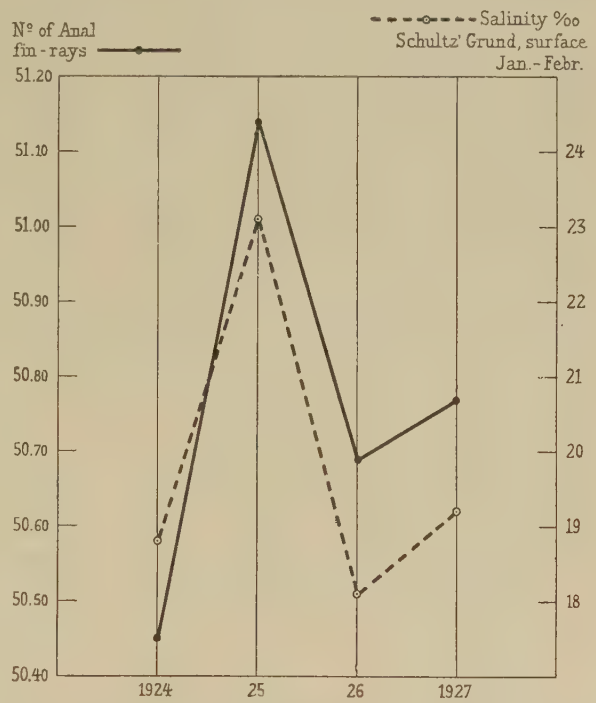


Fig. 9. Salinity of the surface water at Schultz' Grund light vessel in January-February and average of anal fin rays observed in Plaice of different year-classes (1924, 1925, 1926, and 1927) in Great Belt.

It will be seen from Figs. 6, 7 and 8 that along the shores of the Sounds, which form the main passages through which the salt water passes on its way from the Kattegat to the Baltic (Fig. 10), the number of fin rays is on an average higher than in the other areas. This indicates that considerable quantities of larvae of the North Sea race are carried from the eastern Kattegat to the Belt Sea and the Baltic. It is a striking fact for instance that the number of anal fin rays along the shores of the Sound, Samsø Belt, Great Belt and sometimes Little Belt is relatively high whereas in the waters to the south of Funen, along the southern coasts of Møen, and in Faxe Bay it is relatively low.

[1]) The mean values given in Fig. 9 for the anal fin rays possessed by the plaice from Great Belt have been obtained from examinations of the following number of fish:

Year class	Number of fish	Average number of anal fin rays
1924	163	50.45
1925	518	51.14
1926	49	50.69
1927	226	50.77

If we examine Tables 4 and 5, we shall see that the fish of the 0-Gr. and to some extent of the I-Gr., in the areas which are fairly remote from the places where the salt bottom water is most of all in evidence (Fig. 10), have had a lower number of anal fin rays than the fish of the older year classes (e. g. in Kiel Bay, Lübeck Bay, and the coastal waters to the south of Møen). This may undoubtedly be explained by the fact that the stock of the youngest year classes in the areas in question is less mixed with fish of the North Sea race than is the stock of the older year classes. The difference observed is so great that it cannot be due to the hindmost ray (which at times is rudimentary) being more easily overlooked in the case of the small fish than of the large. Even if fish of the North Sea race enter the Baltic waters in the pelagic stage, it takes time before they distribute themselves amongst the pure Baltic fish throughout the whole area.

The low number of anal fin rays possessed by plaice of the 0-Gr. in the coastal waters to the south of Møen in 1927 tends to prove that no change has taken place in the number of rays possessed by the pure Baltic plaice in this area (see Fig. 8).

As mentioned above, the plaice in the Belt Sea and Baltic attains at the present time a far greater size than formerly. The number of anal fin rays of 31 large specimens (all females) from these waters has been counted with the following result:

Number of anal fin rays in Large Plaice (females) from the Belt Sea and Western Baltic in 1922—27.

Date of capture	Area of capture	Length cm.	Weight gr.	Age years	No. of anal fin rays
7. June 1922	West of Samsø.....	72.0	5000	8—9	51
25. July —	Great Belt	50.7	1300	c. 15	45
— — —	—	51.2	1400	?	46
26. — —	—	59.3	1800	c. 17—20	49
5. Aug. —	—	51.5	1225	above 20	47
— — —	—	50.0	1150	20—30	48
— — —	—	51.0	1200	20—30	54
3. — —	Western Baltic	53.0	1350	very old	51
5. — —	—	53.0	1400	above 10	48
7. Febr. 1923	—	60.5	2500	12—15	53
26. — —	—	50.0	1600	above 16	54
3. March —	—	74.0	3750	— 16	50
— — —	—	51.5	1250	— 10	53
— — —	—	54.5	2300	?	49
— — —	—	57.0	2750	above 16	50
18. — —	—	59.0	1750	— 13	48
— — —	—	55.5	2100	— 12	53
15. April —	—	51.7	990	c. 17	49
30. — —	—	52.5	1350	?	50
15. Jan. 1925	—	50.0	900	11—13	49
— — —	—	50.0	950	14—15	50
7. Febr. —	—	51.5	1650	above 10	50
— — —	—	57.5	2150	— 12	52
24. Aug. —	—	60.5	2400	?	52
6. May 1926	—	55.0	1500	above 22	50

Date of capture	Area of capture	Length cm.	Weight gr.	Age years	No. of anal fin rays
6. May 1926	Western Baltic	50.0	1350	above 14	53
— — —	—	48.0	1125	c. 12	50
12. June —	—	51.5	1250	above 12	48
17. Oct. 1927	—	51.0	1525	c. 14	49
— — —	—	48.0	1475	c. 11	49
— — —	—	49.0	1500	c. 14	53

The average number of anal fin rays possessed by these 31 specimens is 50.10. These large fish have thus the racial characteristics of the Baltic plaice. This calls to mind the evidence produced by HEINCKE, that the Giant Herrings, sometimes caught in the Baltic proper, have the same racial characteristics as the other spring spawning herring in the Baltic[1]).

It is unlikely that all the plaice of the North Sea race which enter the Belt Sea and Baltic find their way back to the eastern Kattegat, Skagerak, or North Sea before attaining full sexual maturity. It is therefore possible that crossings take place between the North Sea plaice and the Baltic plaice both in the Belt Sea and the Baltic. It may be mentioned in this connection that when a sample of spawning plaice, caught in Dalby Bay to the north of Funen on March 29th 1928, was examined the mean number of anal fin rays was found to be 51.34, and of dorsal fin rays 68.24. The distribution of the numbers was as follows:

No. of anal and dorsal fin rays in ripe Plaice caught in Dalby Bay N. of Funen, March 29, 1928.

	Anal fin rays				Dorsal fin rays		
No.	♂	♀	♂+♀	No.	♂	♀	♂+♀
45....	1	..	1	59....	1	..	1
46....	1	1	2	60....	..	..	..
47....	7	..	7	61....	1	..	1
48....	8	2	10	62....	4	1	5
49....	22	1	23	63....	3	..	3
50....	28	4	32	64....	6	..	6
51....	29	6	35	65....	8	2	10
52....	35	2	37	66....	23	3	26
53....	30	6	36	67....	19	7	26
54....	11	3	14	68....	34	2	36
55....	13	1	14	69....	29	7	36
56....	2	..	2	70....	20	2	22
58....	1	..	1	71....	19	..	19
				72....	8	..	8
				73....	8	1	9
				74....	4	1	5
n	188	26	214		187	26	213
m ...	51.33	51.38	51.34		68.29	67.88	68.24
σ....	2.20	2.16	2.19		2.64	2.18	2.61
σ_m ..	0.16	0.42	0.15		0.19	0.43	0.18

[1]) The results of HEINCKE's investigations were later confirmed by CHR. HESSLE (Publications de Circonstance No. 89. 1925).

Fig. 10. The direction of the resulting currents in the lower layers of the Kattegat, Belt Sea and Western Baltic.

A sample such as this has not completely the racial characters of the Baltic plaice, and is hardly a simple mixture of fish of the two races. It probably contains a number of hybrids which have on an average c. 52 anal fin rays. If we mix a sample of 1000 fish of the Baltic race with a sample of 500 fish of the North Sea race we shall obtain the same mean value as in the sample from Dalby Bay, but the Standard Deviation (σ) in such a mixture will have a considerably higher value (c. 2.9) than in the Dalby sample. — As is clear from Table 1, the number of vertebrae possessed by 175 fish in the Dalby sample was also above the average for the Baltic plaice in the Belt Sea and the Western Baltic.

If we consider the present material in its entirety, it seems probable that the increase which has been observed in the number of anal fin rays possessed by the plaice in the Belt Sea and the Western Baltic in recent years is produced by an increased supply of larvae of the North Sea race and is only of a temporary nature, and that the mean number of anal fin rays possessed by the pure Baltic plaice is still only about 50.0. If this opinion is correct it is obvious that the relatively low number of anal fin rays possessed by the pure Baltic plaice is determined by heredity.

Even if we were to assume that, apart from the above-mentioned annual fluctuations in the number of anal fin rays possessed by the plaice in the Belt Sea and Baltic, a permanent increase in this number had occurred, it could nevertheless be maintained that the number of anal fin rays is mainly determined by heredity, since the increase in the number is in any case very slight, whilst the changes in the food conditions and in the growth rate are very great.

There is a considerable correlation between the number of anal fin rays and the number of dorsal fin rays ($r = c. 0.9$) and it is probable that the two characters have a practically equal value as racial characters.

APPENDICES

1. Die Verbreitung der Heringslarven in der Nordsee im Winter.[1]

Von

W. Mielck.

Eine der Grundlagen für das Verständnis der Biologie des Herings, besonders für Wanderungs- und Rassenfragen, ist die Kenntnis der Lage der Laichplätze und der Verbreitung der larvalen und postlarvalen Brut nach Menge und nach Stadium der Entwicklung in den ersten Lebensmonaten.

Hierzu vermögen einen wesentlichen Beitrag zu liefern die Fänge mit den zur Erbeutung der Fischbrut geeigneten Planktonnetzen, wie sie im Nordseegebiet seit dem Bestehen der Internationalen Meeresforschung in vielen Jahren und in den meisten Monaten des Jahres zahlreich ausgeführt sind. Allmonatliche Beobachtungen während zusammenhängender Laich- und Verbreitungsperioden, die unsere Kenntnisse am besten und schnellsten fördern, liegen für die Heringsbrut nur von englischer Seite[2]) vor aus den Perioden 1921—22 und 1922—23. Ausser diesem von Wallace in vortrefflicher Weise bearbeiteten Material aus den Monaten September bis April, das sich hauptsächlich auf die Gegend vor der englischen Ostküste und den Kanal bezieht, stehen für die Nordsee holländische, deutsche und dänische Daten aus verschiedenen Jahren (seit 1903) und Gegenden zur Verfügung, deren jetzt von mir unternommene Zusammenstellung die genannten englischen Ergebnisse ergänzt und für die weitere Nordsee eine zwar noch rohe und lückenhafte aber doch wohl schon nützliche Vorstellung von den Mengen- und Verbreitungsverhältnissen der Heringslarven liefert, die namentlich für die Pläne weiterer Untersuchungen erwünscht ist.

Die vorhandenen Daten bedecken nicht das ganze Gebiet in gleichem Masse. Für die südliche und östliche Nordsee sind sie viel zahlreicher als für den nördlichen und vor allem für den nordwestlichen Teil, wo das Laichen und Auftreten der grössten Larvenmengen hauptsächlich in den Spätsommer bis Herbst fällt und u. a. seitens unserer hamburger Kollegen erst in den letzten Jahren neue Larven-Untersuchungen stattgefunden

[1]) Vortrag, erweitert zum Zwecke dieser Veröffentlichung.

[2]) Wallace, W., First Report on Young Herring in the Southern North Sea and English Channel. Part I. With Appendix by J. N. Carruthers. In: Fishery Investigations. Ser. II. Vol. VII. No. 4. 1924.

haben, deren Ergebnisse jedoch erst zum kleinen Teil veröffentlicht[1]) sind. Für den südlichen und östlichen Teil der Nordsee sind die Winter- und Frühjahrsmonate die wichtigsten. Ich beschränkte meine Aufgabe daher vorläufig auf die 6 Monate November bis April und benutzte dazu die holländischen, deutschen und dänischen Daten aus den unten angegebenen Quellen[2]), die unter Anwendung der gleichen Fangmethoden und Geräte gewonnen und daher unter einander vergleichbar sind. Hinzukommt ein in der gleichen Weise gewonnenes sehr umfangreiches Material späterer helgoländer Fahrten aus verschiedenen Gegenden der Nordsee und von Helgoland, über dessen Untersuchung noch keine Veröffentlichungen vorliegen.

Von den von Johansen mitgeteilten und erläuterten dänischen Fangergebnissen habe ich die auf die Monate Februar bis April bezüglichen berücksichtigt und in die Karten eingetragen. Sie erstrecken sich über das nördliche Kattegat, das Skagerrak und den vor der jütischen Küste gelegenen Teil der Nordsee. Die holländischen Daten beziehen sich auf die Hoofden[3]) und das anschliessende Gebiet vor den westfriesischen Inseln und der englischen Südostküste, die deutschen auf die ganze Nordsee und gelegentlich auch auf Skagerrak und Kattegat. Die holländischen Fangtabellen über planktonische Eier und Larven geben ebenso wie die Johansen'schen ausser der Anzahl der Larven auch deren Grössengrenzen in mm für jeden Fang an und sind ausserdem begleitet von textlichen Darstellungen über die Menge und Verbreitung der Brut. Die deutschen Veröffentlichungen sind Fangtabellen, in denen lediglich die Anzahl der gefangenen Heringslarven angegeben ist. Glücklicherweise war der grössere Teil unserer früheren Fänge noch in den Sammlungen der Biologischen Anstalt vorhanden, so dass auch das ältere deutsche Material von Heringslarven aus der Nordsee nach mm durchgemessen und in Messungsreihen zusammengestellt werden konnte, ebenso wie es seitens Wallace geschehen ist.

Das den folgenden Darstellungen und Karten zu Grunde liegende Material (siehe Tabelle S. 101) umfasst 1106 Untersuchungs-Stationen, 3082 Netzzüge und mehr als 75.000 Heringslarven. Die Monate Januar, Februar, März sind besser untersucht als November, Dezember und April, wie aus den Karten ersichtlich ist, worin soweit möglich alle Stationen eingetragen sind, sowohl die positiven als auch die negativen für das Vorhandensein von Heringslarven. Für die Betrachtung der oft unzweckmässig erscheinenden Verteilung der Stationen muss daran erinnert werden, dass die meisten früheren Untersuchungsfahrten entweder hydrographische »Terminfahrten« waren oder, soweit sie die Fischbrut besonders zu untersuchen hatten, hauptsächlich den Pleuronectiden und

[1]) Mielck, W., Heringslarven pp. in der westlichen Nordsee im Oktober 1922. Ber. D. W. K., n. F. 1925.

[2]) Boeke, J. in: Verh. Rijksinst. Onderz. d. Zee, Deel I No. 4. 1906.
Redeke, H. C. u. P. J. van Breemen, desgl. Deel II No. 2. 1909.
Tesch, J. J., desgl. No. 4. 1909.
— — in: Rapp. en Verh. Rijksinst. Visscherijonderz. Deel I, Afl. I. 1913.
Strodtmann, S. in: Wiss. Meeresunters., Abt. Helgoland VIII, 2. 1908.
Ehrenbaum, E. u. W. Mielck, desgl. IX, 2. 1910.
Johansen, A. C. in: Medd. Komm. Havundersøgelser, Ser. Fisk. VII, 5. 1924.

[3]) Unter den »Hoofden« verstehen wir die südwestliche Bucht der Nordsee zwischen dem Kanaleingang und 53° Nordbreite.

Übersicht über die Anzahl der deutschen (D) und holländischen (H) Fangstationen, Netzzüge und der dabei erbeuteten Heringslarven.

	Anzahl der Untersuchungs-Fahrten			Stationen (posit. und negat. f. Heringslarven)			Quant. Vertikal-Fänge mit Eiernetzen			Horizontal-Fänge mit Brutnetzen a. d. Obfl.			Horizontal-Fänge mit Scherbrutnetzen in versch. Tiefen			Horizontal-Fänge mit Jungfischnetzen			Anzahl der erbeuteten Heringslarven[2])			Anz. d. gemessenen L. (nur deutsch. Material)
	D.	H.	Zus.	D.	H.	Zus.	D.	H.	Zus.	D.	H.	Zus.	D.	H.	Zus.	D.	H.	Zus.	D.	H.	Zus.	
November	1	2	3	5	20	25	—	10	10	1	7	8	—	13	13	5	4	9	—	2199	2199	—
Dezember	1	—	1	28	—	28	12	—	12	29	—	29	1	—	1	28	—	28	8368	—	8368	4686
Januar...	4	5	9	106	104	210	141	172	313	113	20	133	39	6	45	60	8	68	13280	3173	16453	10811
Februar..	8	7	15	149	85	234	203	83	286	149	32	181	52	1	53	74	21	95	5185	3146	8331	7707
März	8	8	16	315	108	423	513	106	619	278	68	346	116	13	129	161	32	193	10928	653	11581	12670
April	2	3	5	75	51	126	121	93	214	76	6	82	73	7	80	52	4	56	1660	69	1729	699
Zus....	24[1])	25	49	678	368	1046	990	464	1454	646	133	779	281	40	321	380	69	449	39421	9240	48661	36573

Übersicht über die für diese Arbeit benutzten dänischen Fänge (nach A. C. Johansen, Medd. Komm. Havunders. Ser. Fisk. VIII, 5, 1924, p. 36—37).

Februar	7	Stationen,	9	Fänge	mit	Jungfischnetz,	29	Stück	Larven
März	14	—	19	—	—	—	10390	—	—
April	39	—	51	—	—	—	16342	—	—
Zus....	60	—	[3]) 79	—	—	—	26761	—	—

[1]) Ausserdem eine Anzahl Fahrten mit dem Motorschiff »Augusta« der Biol. Anstalt Helgoland.
[2]) Soweit zahlenmässige Angaben und nicht nur Schätzungszeichen registriert sind.
[3]) Anscheinend sind in Johansen's Übersicht die Stationen ohne Heringslarven fortgelassen.

Gadiden gegolten haben und die Untersuchung der Heringsbrut daher — im Gegensatz zu dem von Wallace hierfür planmässig gesammelten Material — nur in seltenen Fällen Fahrtrichtung, Verteilung der Stationen und Wahl der Fanggeräte bestimmt haben, so dass das Heringsmaterial nur beiläufig gewonnen wurde. Erst in den letzten Jahren ist der Hering hierbei mehr in den Vordergrund getreten. Bei der Aufarbeitung eines auf diese Weise angesammelten Materials hat man neben zusammenhängende Ergebnisse liefernden Daten natürlich viele verstreute, einstweilen nicht verwertbare, die aber für spätere Untersuchungen wertvoll sein können.

Dieser Vortrag und die ihn illustrierenden Karten sind eine vorläufige Mitteilung über einige Ergebnisse der Verarbeitung des oben genannten Materials, und zwar über die Mengenverhältnisse der Larven und ihre allgemeine Verbreitung und in grossen Zügen auch über die Zusammensetzung der Bevölkerung nach Grössen-(= Längen-) Gruppen in verschiedenen Gegenden im Laufe der 6 Wintermonate. Der ausführliche Bericht nebst Fang- und Messprotokollen und näherer Berücksichtigung der Wallace'schen Untersuchungen, deren Ergebnisse hier absichtlich noch nicht eng mit den uns-

rigen verbunden und nicht in die Karten eingetragen sind, soll in den »Wissenschaftlichen Meeresuntersuchungen, Abt. Helgoland« veröffentlicht werden.

In unseren Karten sind die Gebiete häufigen Vorkommens der Larven schraffiert, und zwar in fünf verschiedenen Stärken entsprechend der jeweils vorhandenen Quantität, wie aus der Karten-Erklärung des Näheren ersichtlich ist. Die Gebiete gleicher Häufigkeit sind soweit tunlich durch zusammenhängende Linien umgrenzt oder statt dessen durch unterbrochene, wo der Verlauf unsicher erschien. Diese nur für die Zwecke dieses Vortrags zur deutlicheren Hervorhebung der wichtigsten Gebiete gewählte Art der Umgrenzung kann nicht den Anspruch grosser Genauigkeit machen und hat nur eine provisorische Bedeutung, solange bis die Darstellung durch zahlreichere und planmässiger angelegte Beobachtungen verbessert werden kann. Weiss gelassen sind die larvenlosen und larvenarmen Gebiete, ausserdem natürlich die nicht untersuchten. Letztere sind an dem Fehlen von Stationszeichen zu erkennen. Die Lage der Stationen ist folgendermassen markiert worden: Im schraffierten Gebiet durch einen einfachen Punkt, im nicht schraffierten auf verschiedene Weise: Ein liegendes Kreuz bedeutet Vorhandensein von nur wenigen Larven (< 3 in 2 Fängen des Oberflächen-Brutnetzes, < 6 in 1 Scherbrutnetz-Fang, < 30 in 1 Jungfischtrawl-Fang[1]) und 0 in 3 Vertikalfängen mit dem Hensen'schen Eiernetz). Ein einfacher Kreis bedeutet Fehlen der Larven auf Stationen, wo nur mit dem Eiernetz und Oberflächen-Brutnetz gefischt wurde, so dass das Fehlen zwar wahrscheinlich, jedoch nicht sicher ist. Zwei konzentrische Kreise bedeuten Fehlen der Larven, wenn auch mit dem Scherbrutnetz oder mit dem Jungfischtrawl oder mit beiden gefischt wurde, so dass für solche Stationen die Abwesenheit der Larven als recht sicher gelten kann.

Für die Häufigkeitsgrade in den schraffierten Gebieten wurden die Fänge mit dem Hensen'schen Vertikalnetz zu Grunde gelegt, soweit solche vorliegen und es sich um »kleine« und »mittelgrosse« Larven handelt, die dies Netz gut fängt. Drei Züge desselben entsprechen bekanntlich der in einer unter 1 qm Oberfläche liegenden Wassersäule befindlichen Menge. Weil jedoch an vielen Stationen mit diesem Gerät nicht gefischt worden ist und die grossen, selteneren Larven demselben wegen seiner Kleinheit und seines Filtrationswiderstandes oft entgehen, so sind in Ermangelung von Vertikalzügen und in Fällen besonderer Häufigkeit grosser Larven auch die Horizontalfänge mit Brutnetz, Scherbrutnetz und Jungfischtrawl für die Angabe des Häufigkeitsgrades herangezogen worden. Um die Zahlen der mit diesen Geräten erbeuteten Larven mit denjenigen des Hensen'schen Vertikalnetzes vergleichen, sie mit diesen in Parallele setzen und so für die Häufigkeitsangaben mitbenutzen zu können, habe ich nach den Ergebnissen zahlreicher vollständiger Fangstationen, an denen mit allen Geräten gefischt wurde, berechnet, wieviel die übrigen Netze im Vergleich zum Hensen-Netz im Durchschnitt fangen. Dabei ergab sich, dass 2 Brutnetzzüge 3 mal so viel, 1 Scherbrutnetzzug 6 mal so viel, 1 Zug mit dem Petersen'schen Jungfischtrawl[2]) 30 mal so viel Larven im Durchschnitt

[1]) Von 10—15 Min. Dauer.

[2]) Die dänischen Zahlenangaben beziehen sich auf Jungfischtrawl-Züge von sehr verschieden langer Dauer. Um sie mit den deutschen und holländischen vergleichbar zu machen, wurden sie für die Karten auf die Fangdauer von $^1/_4$ Stunde umgerechnet.

erbeuten als 3 Vertikalzüge (= pro qm.) mit dem Hensen-Netz. Danach sind die Zahlen in den Karten-Erklärungen nebeneinandergesetzt und zu den Eintragungen mitbenutzt worden.

Dies Verfahren kann mit Recht als sehr roh kritisiert werden. Streng genommen dürfen bekanntlich nur Vertikalzüge untereinander verglichen werden. Da aber das hierzu bis auf wenige Ausnahmen, wo ein grosses Vertikalnetz benutzt wurde, allein benutzte Hensen'sche Eiernetz für den Fang grösserer Larven zu klein ist und ausserdem für einen beträchtlichen Teil der Stationen nur Horizontalfänge vorliegen, so hätten bei Beschränkung auf die Zahlen der Vertikalnetz-Züge sehr viele Stationen unberücksichtigt bleiben müssen. Dadurch wäre die hier angestrebte Darstellung der Verbreitungs- und Häufigkeitsverhältnisse auf wenigen übersichtlichen Karten kaum möglich geworden. In der Ueberzeugung, dass eine rohe Uebersicht besser ist als gar keine, so lange wir noch nicht über besser vergleichbares und zahlreicheres Material verfügen, so habe ich unter vorsichtiger Verwendung der Zahlen aus dem Vorhandenen das Beste zu machen versucht. Die Mängel werden jedoch m. E. die grossen Linien der Verbreitung nicht sehr wesentlich berühren, namentlich nicht für die Gebiete zahlreichen Auftretens jugendlicher Larven, wofür fast überall Zahlen von quantitativen Vertikalzügen zur Verfügung stehen. Bei der oben angekündigten ausführlichen Veröffentlichung wird der Wert der Häufigkeitsangaben für die einzelnen Stationen natürlich deutlich zur Geltung gebracht werden.

Für zukünftige Untersuchungen muss aber schon jetzt nachdrücklich auf die Notwendigkeit von Vertikalfängen (2 oder mehrere Parallelzüge) hingewiesen werden; sie allein liefern quantitativ wertvolle und vergleichbare Zahlenangaben. Für den besonders wichtigen Vergleich der Produktivität von verschiedenen Laichplätzen wird fast stets das Hensen'sche Eiernetz ausreichen, da es sich hierbei um den Fang grösserer Mengen jüngster Larven handelt, während bei geringeren Quantitäten und älteren Larven ein grösseres Vertikal-Modell benutzt werden muss. Um zur Gewinnung von Messungsreihen grosse Mengen von Larven zu erbeuten, wird man ausserdem Horizontalfänge machen und daher in Zukunft Vertikal- und Horizontalgeräte nebeneinander benutzen müssen. Die Bedenken Wallace's gegen die Möglichkeit mit Vertikalnetzen die junge Heringsbrut in quantitativ hinreichendem Masse zu fangen, kann ich nicht teilen. Die Vertikalnetze fangen auch die in den tiefen Schichten vorkommenden Larven, denn sie können mit ihrer Oeffnung bis unmittelbar über den Boden hinabgelassen werden, mindestens ebenso tief wie horizontal fischende Netze. Wie zahlreiche Parallelzüge erwiesen haben, fängt das Hensen'sche Eiernetz kleine und mittelgrosse Heringslarven, wenn sie nur zahlreich genug für das kleine Gerät vorhanden sind, ebenso gleichmässig wie alle anderen echten Planktontiere, als welche die Heringslarven bis kurz vor ihrer Metamorphose in höherem Grade als die Larven vieler anderer Fische angesehen werden müssen. Dies wird u. a. bewiesen 1) durch ihre mit anderen zarten Planktonten übereinstimmende grosse Empfindlichkeit, denn gleich nach Einholen des Netzes sind die Heringslarven fast alle abgestorben, 2) durch ihre aus Wallace's und aus nachstehenden Ausführungen zur Genüge hervorgehende hohe Abhängigkeit von den Meeresströmungen. — Die Uebergangsstadien von mehr als ca. 45 mm Länge und junge Fischchen mit Silberkleid müssen jedoch mit grösseren und weitmaschigeren Geräten gefangen werden als das Petersen'sche

Jungfischtrawl, das hierfür auch nach Wallace's Angabe nicht mehr ausreichend ist. Andererseits ist dies Gerät zu grob und etwas zu weitmaschig für die sehr zarte eben ausgeschlüpfte Brut, von der ein Teil verloren geht oder durch Abreissen des Dotters und in andrer Weise beschädigt wird.

Unsere Angaben über die Zusammensetzung des Bestandes nach Grössenstufen der Larven (als Ausdruck ihres Alters) gründen sich auf Längenmessungen. Während von dem holländischen und dänischen Material die in den Veröffentlichungen angegebenen Grenzen zwischen der kleinsten und grössten Larve oder zum Teil auch Mittelzahlen von Fängen zur Verfügung stehen, wurde das deutsche Material möglichst vollständig — bei sehr grossen Fängen in repräsentativen Proben — nach mm gemessen. Aus den Messungsreihen habe ich folgende 5 Grössengruppen eingeteilt (vgl. Erklärung der b-Karten):

1) Larven mit noch vorhandenem Dottersack bezw. -rest, die die unmittelbare Nähe von Laichplätzen anzeigen,
2) »Kleine« L. bis zu 14,9 mm Länge,
3) »Mittelgrosse« L. von 15—24,9 mm Länge,
4) »Grosse« L. von 25—34,9 mm Länge,
5) »Sehr grosse« L. von mehr als 35 mm Länge.

Die letzte Gruppe reicht bis zum Ende des Larvenstadiums bei etwa 45 mm Länge, so dass Jungfische mit entstehendem Silberkleid hier nicht einbegriffen sind, deren Zahl in unseren Fängen bis April einschliesslich verschwindend gering ist. Dies liegt aber wohl nicht so sehr an der nicht hinreichenden Fangfähigkeit des Jungfischtrawl als an der sehr geringen Zahl unserer Stationen in Landnähe, vor allem in Flussmündungen, wo sich die ältesten Stadien vorwiegend aufhalten, die hier in Zukunft ein bevorzugtes Untersuchungsobjekt bilden sollten, das mit geeigneten Fanggeräten verhältnismässig leicht zu erlangen ist und bezüglich der Ergebnisse für die Heringsforschung sehr verheissungsvoll sein dürfte.

Die Messung aller Larven ist auch bei zukünftigen Untersuchungen unbedingt erforderlich.

Wie die folgenden Ausführungen zeigen, bestätigt die unter Benutzung der bereits veröffentlichten holländischen und dänischen Ergebnisse erfolgte Bearbeitung des deutschen Materials die Befunde und Ansichten sowohl der holländischen Forscher und Johansen's als auch diejenigen von Wallace in den wesentlichsten Punkten.

Die Untersuchungen des letztgenannten Forschers haben uns eine weitgehende Kenntnis der Lage der in der südlichen Nordsee längs der englischen Küste und im Kanal gelegenen Laichplätze aus dem Auftreten kürzlich ausgeschlüpfter Larven und über die Weiterverbreitung der Brut vermittelt. Einige seiner Ergebnisse seien hier zum besseren Verständnis unserer folgenden Ausführungen vorausgeschickt. Die Untersuchungen nahmen ihren Ausgang im September an der schottisch-englischen Grenze (Berwick)[1]). Die

[1]) Die Laich- und Verbreitungsverhältnisse in den Gewässern vor der schottischen Ostküste, wo das Laichen im allg. schon früher stattfindet, sind hierbei nicht berücksichtigt. Es muss hier aber erwähnt werden, dass jedenfalls ein Teil dieser nördlichen Brut, deren Verbreitungsweise im übrigen noch wenig bekannt ist, der Strömung folgend in die südliche Nordsee und zwar weit nach Süden gerät und dabei, wie aus Wallace's Befunden ersichtlich, den gleichen Weg längs der englischen Küste nimmt wie die hier geborenen Larven.

Hauptwelle des Laichens und demnach des Ausschlüpfens der Larven verläuft längs der englischen Küste allmählich von Norden nach Süden und schliesslich nach Westen in den Kanal, beginnend im Juli-August vor der Küste von Northumberland und endend etwa im Februar im westlichen Teil des Kanals. In diesem Verlauf stellte Wallace durch die Anwesenheit jüngster Larven folgende Laichplätze (bezw. die Nähe von solchen) und Zeiten des Ausschlüpfens fest: Vor Longstone (Farne Islands) Anfang bis Ende September; vor Whitby—Scarborough Ende September bis Anfang Oktober; Dowsing-Gründe (vor Humber—Wash) Ende Oktober bis Anfang November; Haisborough—Winterton Grd. (vor der NO.-Ecke von Norfolk) November; am Südende der »Tiefen Rinne« (auf der Höhe von Outer Gabbard und Shipwash) Ende November; ferner im Kanal hauptsächlich nördlich von Cap Antifer, südlich von Portland und vor Plymouth Ende Januar und Anfang Februar. — Durch Vergleich der Mengen in Horizontalfängen gleicher Dauer mit dem gleichen Gerät (10 Min. Petersen'sches Jungfischtrawl) ergab sich, dass die Quantität der jungen Brut auf den südlichen Laichplätzen in den Hoofden und im Kanal grösser ist als auf den nördlicheren an der englischen Ostküste.

Die Laichgründe auf dem südwestlichen Dogger wurden nur ganz kurz berührt und hier bereits Ende September einige ganz junge Larven gefunden. Dies betreffs der Larven bis heute leider noch wenig bekannte Laichgebiet, auf dem die Hauptmasse wohl im Oktober ausschlüpft und das vermutlich bedeutender ist als die westlich und nordwestlich davon in der Nähe der Küste gelegenen Laichplätze, wurde u. a. durch Fang grosser Mengen von Jungbrut im November bereits von den holländischen Forschern erkannt, die dadurch gleichzeitig die von Wallace genauer lokalisierten Laichplätze vor der Wash-Bay und der NO Ecke von Norfolk aufgefunden haben, während das von Wallace in der Südecke der Hoofden angetroffene Laichrevier mit den Ergebnissen der deutschen Untersuchungen von Anfang Dezember 1909 übereinstimmt, das nach unseren bisherigen Kenntnissen an Zahl der Larven das bedeutendste in der südlichen Nordsee ist.

Durch Messung sämtlicher Larven nach mm konnte Wallace in vielen Fällen an den Gipfeln der Messungskurven die Zusammensetzung der gesamten Larvenbevölkerung der betr. Station oder Gegend aus zwei oder mehreren verschieden alten Teilvölkern erkennen und dabei mit Hilfe der von Carruthers bestimmten, in der betr. Zeit vorherrschenden Wasserbewegungen die Herkunft der Teilvölker und gleichzeitig das Mass des Wachstums derselben ermitteln. Dies gelang besonders gut längs der englischen Ostküste, wo an dem betr. Laichplatz neben den hier eben ausgeschlüpften Larven gleichzeitig die älteren Larven von 1 bezw. 2 Laichschulen eingetroffen waren, die an den weiter nördlich gelegenen Laichplätzen vor ca. 4 bezw. 8 Wochen ausgeschlüpft waren.

Die Messungen ermöglichten Wallace ferner 1) die Bestätigung und nähere Präcisierung der schon von den holländischen Forschern erkannten Tatsache, dass in den Hoofden im Winter zwei Gruppen von Larven gemischt vorkommen, nämlich eine ältere von nördlicher und eine jüngere von südlicher Herkunft, und 2) die neue, durch unsere folgenden Ausführungen bekräftigte Entdeckung, dass sich diese beiden Gruppen auch im April noch nachweisen und in die südöstliche Nordsee verfolgen lassen, so dass ein Teil der aus dem Süden stammenden Winterbrut durch den Kanalstrom in die Deutsche

Bucht geführt wird, wo sie sich vermischt mit von den Laichplätzen vor der englischen Ostküste und vom südwestlichen Dogger kommender Herbstbrut.

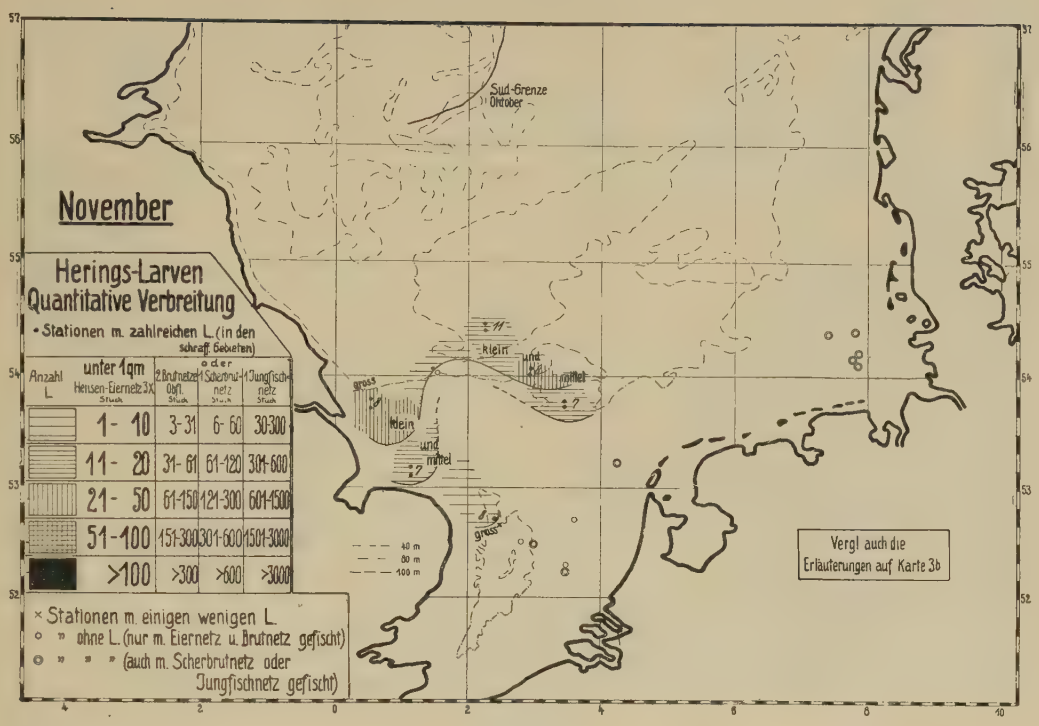
November (Karte 1).

Zur Ergänzung ist die südliche Grenze des Auftretens der Larven nördlich des Doggers im Oktober in die Karte eingezeichnet nach den Befunden einer Untersuchungsfahrt Prof. EHRENBAUM's im Jahre 1922[1]). Die Verbreitung erreichte hier draussen noch nicht den Nordrand des Doggers, während sie sich in der Nähe der englischen Küste — nach WALLACE's Ergebnissen — um diese Zeit schon bis vor die Humber- und Wash-Mündung südwärts erstreckt und die Bevölkerung aus 2 Hauptgruppen besteht, nämlich 1) spärlichere Quantitäten »mittelgrosser« und »kleinerer« Larven, die aus der Longstone Gegend (gelaicht Ende August bis Anfang September) und aus der Scarborough—Flamborough Hd. Gegend (gelaicht im September) stammen, 2) zahlreichere sehr kleine, kürzlich bei den Dowsing Gründen (zwischen Humber Mündung und Wash) ausgeschlüpfte Larven.

Unsere Eintragungen für November beruhen auf holländischen Daten zweier Jahre. Bedeutende Mengen zumeist »kleiner« und »mittelgrosser« Larven bevölkern jetzt die See vor der englischen Ostküste und südlich des Doggers, und das Vorkommen von nur 7 mm langen Exemplaren in beiden Gegenden weist auf die Nähe von Laichplätzen hin. Ein quantitativer Maximalfang von 43 Stck. pro qm ist querab von Spurn Hd. (Humber-Mündung) verzeichnet. Die hier und gleichzeitig weiter südlich (vor Cromer, 13 pro qm) gefischten jungen Larven sind offenbar identisch mit der nach WALLACE bei den Dowsing- (Ende Oktober) und Winterton-Bänken (im November) ausschlüpfenden Brut, während die älteren von den nördlicheren Laichplätzen stammen. Die Beimengung grosser Larven in Küstennähe, die südlich bis querab Yarmouth vorgedrungen sind, dürfte kaum später als im August und nicht südlicher als Longstone gelaicht sein.

Das Verbreitungsgebiet scheint sich zu spalten, indem ein Ast entlang der Küste nach Süden gerichtet ist und ein anderer nach Osten oder Südosten, während die dazwischen liegende Region nur dünn bevölkert ist, eine Erscheinung, die auch in späteren Monaten noch zu bemerken ist. Aus dieser Spaltung, deren regelmässiges Auftreten allerdings weiter geprüft werden muss, darf man mit den holländischen Forschern und JOHANSEN folgern, dass die junge Bevölkerung des südlichen Astes von den Laichplätzen an der englischen Küste, die des östlichen dagegen vorwiegend vom Laichplatz auf dem westlichen Dogger stammt. Vermutlich wandert aber auch von der vor der englischen Küste ausgeschlüpften Brut ein erheblicher Teil nach Osten ab ohne in die Hoofden zu gelangen. Dafür sprechen sowohl die holländischen Fänge mit Beimengungen von »mittelgrossen« Larven, die nicht auf dem Dogger gelaicht sein können, wie auch die englischen Befunde im Oktober, wonach von Norden kommende ältere L. ostwärts in die Gegend südlich des Dogger gezogen sind. Unbekannt ist uns bisher der Unterschied der Laichplätze an der englischen Küste und auf dem Dogger in ihrer quantitativen Bedeutung. Nach unseren Ergebnissen der späteren Monate hat der längs der englischen Küste nach

[1]) Vgl. Anm. [1]) S. 100.



Karte 1.

Süden streichende Ast späterhin quantitativ nur geringe Bedeutung, während der Dogger-Ast noch bis zum Februar bedeutende Larvenmengen führt.

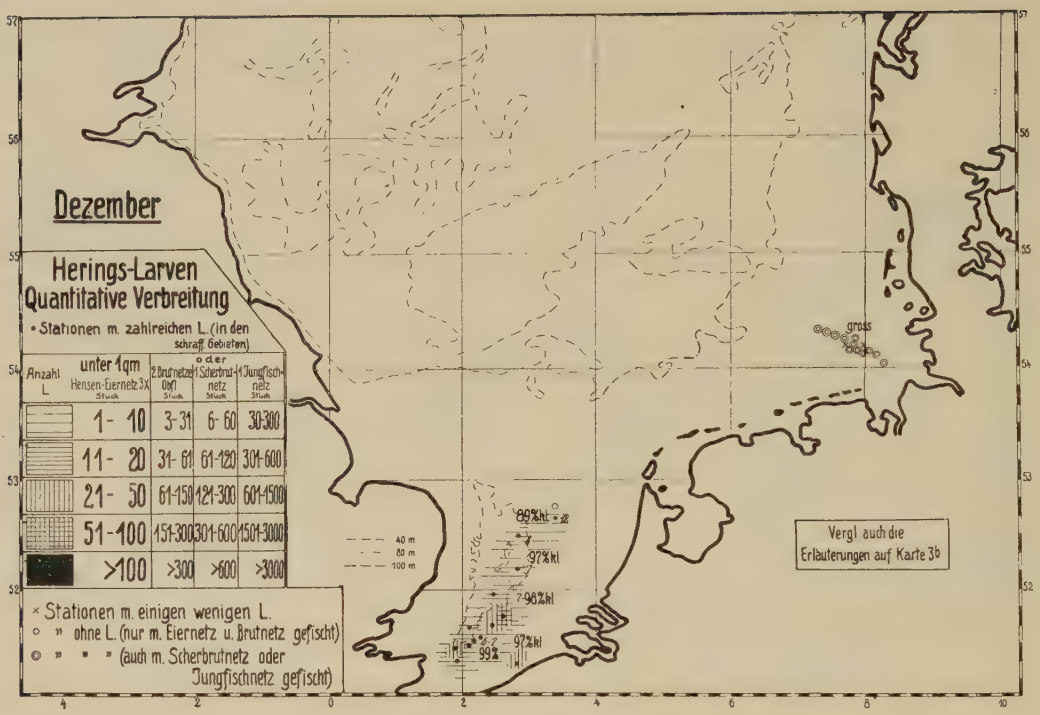
Aus dem übrigen Gebiet liegen uns nur spärliche Untersuchungen vor. Nach den wenigen holländischen Stationen aus den Hoofden fehlen die Larven noch in deren nordöstlichem Teil oder sind hier nach englischen Befunden doch sehr spärlich und von NW zugewandert. Doch lehren nicht nur die englischen Ergebnisse von Ende November, sondern auch unsere Befunde aus dem Dezember, dass im südwestlichen und südlichen Teil der Hoofden bereits im November zahlreiche jugendliche Stadien vorhanden sind. Wallace fand hier zwischen Outer Gabbard und Shipwash bedeutende Mengen eben ausgeschlüpfter Larven, die von Anfang November hier abgelegtem Laich stammen.

Die Umgebung Helgolands, wo das Auftreten in den letzten Jahren regelmässig verfolgt wurde, ist jetzt noch leer von Heringsbrut.

Dezember (Karte 2).

Das erste Erscheinen bei Helgoland ist Anfang Dezember zu verzeichnen. Dabei handelt es sich jetzt lediglich um geringe Mengen und nur »grosse« Larven, die wahrscheinlich schon im September geschlüpft sind und vielleicht von der englischen oder gar von der schottischen Ostküste stammen. Sichere Anhaltspunkte für die Herkunft fehlen allerdings mangels jeglicher Stationen im Zwischengebiet.

Weitere Beobachtungen liegen nur aus den Hoofden vor von einer deutschen



Karte 2.

Fahrt (8.—13. XII. 1909) die grosse Mengen zu 90—100 % »kleiner« Larven über den flämischen Bänken und weiterhin über der »Tiefen Rinne« antraf. Die Häufigkeit war maximal 84 Stck. pro qm., also doppelt so gross als im November nördlich von Cromer. Auf den südlichsten Stationen zwischen den Hinder-Gründen einerseits und Kentish Knock—N. Foreland andrerseits bewies die grosse Menge kürzlich ausgeschlüpfter Brut von 6—7 mm Länge (in konserviertem Zustand) mit noch vorhandenem Dottersack die unmittelbare Nähe eines Laichplatzes, dessen etwaige Fortsetzung in den Kanal hinein leider nicht verfolgt werden konnte. Nördlich von Galloper über dem Ostrande der »Tiefen Rinne« fehlte der Dottersack bereits; noch weiter nördlich stieg die unterste Längengrenze bei gleichzeitiger Abnahme des Prozentsatzes der »kleinen« L., so dass eine mit dem Kanalstrom nördlich gerichtete Verfrachtung dieser Brut angenommen werden darf. Die über dem nördlicheren Teil der »Tiefen Rinne« in geringer Zahl beigemengten »mittleren« und noch selteneren »grossen« Individuen (bis 28 cm) stammen von Nordwesten. Wallace hat solche Stadien um diese Zeit auch in den östlichen Teilen der Hoofden nördlich bis vor Texel angetroffen; wahrscheinlich reicht ihre Verbreitung im Dezember aber schon viel weiter nach Osten.

Dass das Ausschlüpfen nicht überall alljährlich genau zur gleichen Zeit erfolgt, darf man aus einem Vergleich unserer oben erwähnten Untersuchungen (8.—13. XII. 1909) mit denen von Wallace (5.—13. XII. 1922) schliessen: Die von uns zwischen Galloper und Sandettie angetroffene junge Brut war erst eben ausgeschlüpft, während

Wallace solche jungen Stadien hier schon Ende November fing, im Dezember dagegen erheblich ältere als wir.

Ob im östlichen Kanal bereits im Dezember namhafte Mengen junger L. vorkommen, die am Ende dieses und Anfang des nächsten Monats durch Ostwärtswanderung den Larvenbestand der Hoofden vergrössern, ist eine noch zu untersuchende Frage.

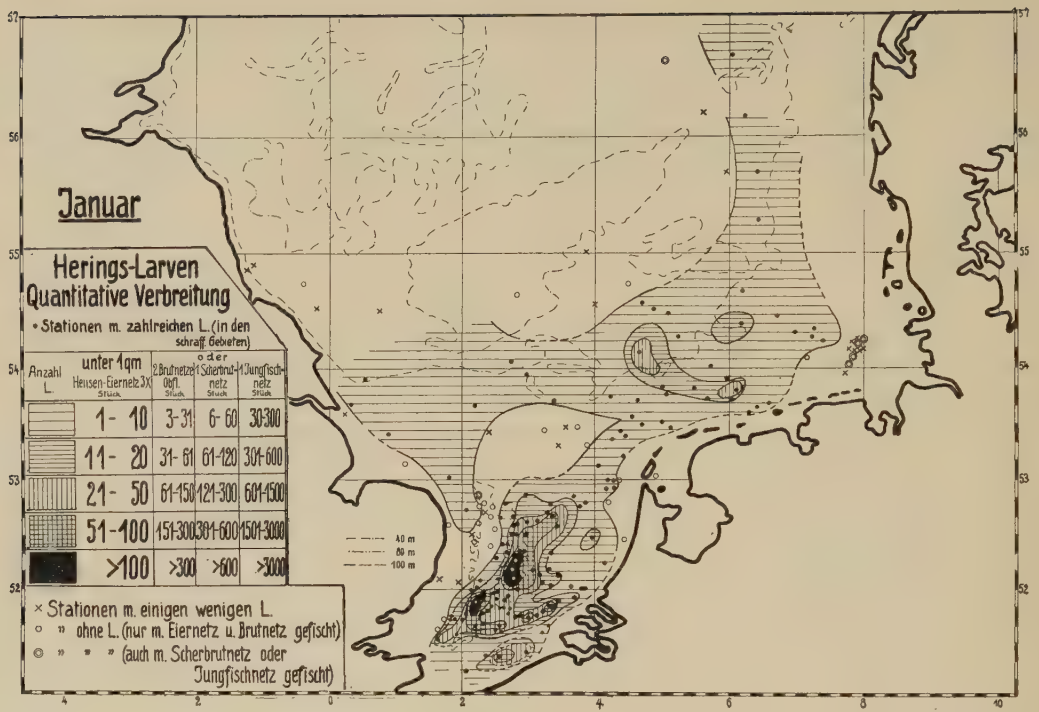
Januar (Karte 3 a und 3 b).

Für diesen Monat stehen zahlreichere Beobachtungen zur Verfügung.

Vor der englischen Küste sind die Häufigkeitszahlen nicht mehr bedeutend. Etwa 55 % des Bestandes sind hier »grosse« Larven, die übrigen »mittelgross«. Die Brut ist in Abwanderung begriffen (soweit nicht Teile davon in die unmittelbare Nähe der englischen Küste oder Flussmündungen gezogen sind, worauf sich unsere Fänge nicht erstrecken) und folgt den vorherrschenden Wasserströmungen, was wir aus den schon im November angedeuteten Aesten entnehmen, einem stärkeren ostwärts und einem schwächeren südwärts verlaufenden, dazwischen wieder eine arme Region. Die Hauptmasse der am südwestlichen Dogger und ein Teil der vor der englischen Ostküste geborenen Larven zieht südlich des Doggers in der Richtung auf die Deutsche Bucht. Die nördliche Grenze dieser Zugstrasse und die Zusammensetzung ihrer Larvenbevölkerung bedarf allerdings im Januar ebenso wie in den vorhergehenden Monaten noch genauerer Untersuchungen.

Zwei Hauptgebiete stärkerer Ansammlungen treten auf unserer Karte hervor, ein bedeutendes in den Hoofden, welches wir in seinen Anfängen bereits im Dezember kennen gelernt haben, und ein geringeres in der südöstlichen Nordsee über den sog. Austern-Gründen und südöstlich davon.

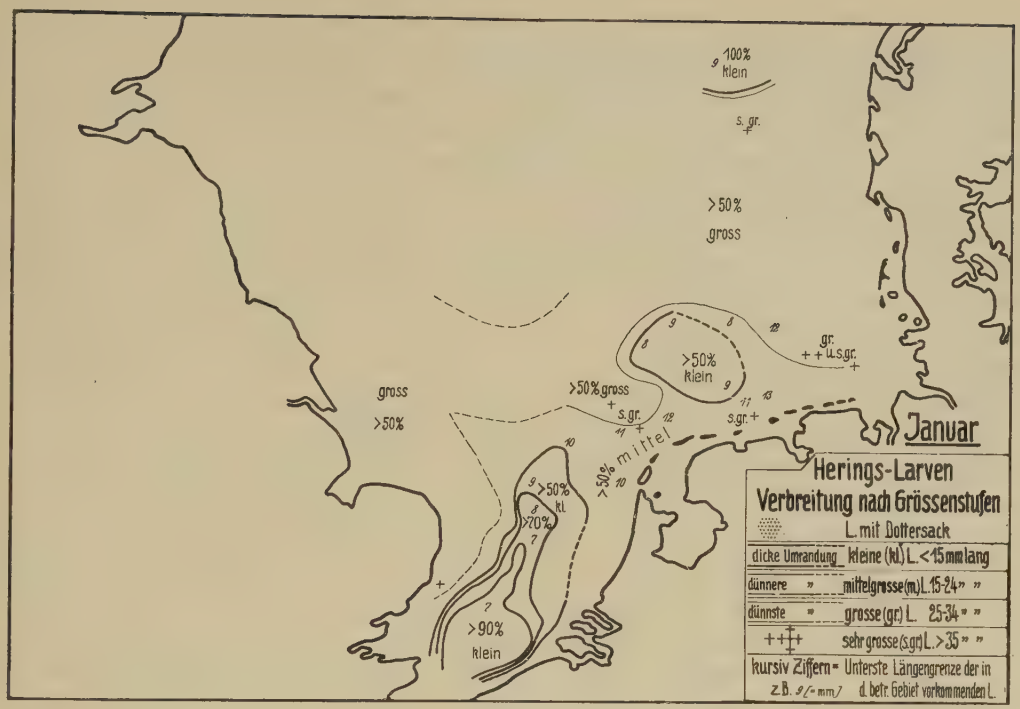
Der jugendliche Larvenbestand der Hoofden ist weitaus der zahlreichste sämtlicher in den Wintermonaten in der Nordsee von uns beobachteten Bestände. Die Frage nach einem engeren Zusammenhang dieser Massenansammlungen mit im Kanal vorhandenen dichten Bevölkerungen kann in Ermangelung von Stationen südwestlich von Sandettie, in der Enge des Kanaleinganges und im Kanal selbst noch nicht mit Sicherheit beantwortet werden. Obschon die Ergebnisse unserer allerdings spärlichen Stationen am Kanaleingang dies nicht erkennen lassen, wird man das wenigstens zeitweise Stattfinden eines starken Zuzugs von Larven aus dem Kanal in die Hoofden annehmen müssen. Ohne diese Annahme könnte man zwei in den Hoofden beobachtete Erscheinungen kaum erklären, nämlich 1) die von Dezember bis Februar erfolgende starke Zunahme der Menge der Larven (maximale Menge pro qm im Dezember 84 Stck., im Januar 162 Stck., im Februar 337 Stck.), 2) das Vorkommen von sehr vielen Larven von nur 10 mm und geringerer Länge noch bis Mitte Februar. Das letzte in den Hoofden selbst stattfindende massenweise Ausschlüpfen ist von Wallace Ende November und von uns Anfang Dezember, und zwar beide Male in der Gegend des Südendes der »Tiefen Rinne«, beobachtet worden. Für die Zeit von Mitte Dezember bis Mitte Januar fehlen allerdings diesbezügliche Untersuchungen sowohl für die Hoofden wie für den Kanal. Von Mitte Januar bis



Karte 3a.

Anfang Februar aber haben zahlreiche deutsche Stationen in den Hoofden keine Larven mit Dottersack mehr gebracht, weder im nördlichen noch im südlichen Teil. Dagegen beweisen die von Wallace im Kanal selbst von Ende Januar bis Anfang Februar (1922 und 1923) gemachten Beobachtungen, dass der ganze Kanal jetzt von jungen Larven erfüllt ist, die aus etwa Anfang Januar abgelegtem Laich stammen und deren Zahl diejenige der von ihm in der südwestlichen Nordsee untersuchten Laichgegenden bedeutend übertrifft. Von diesen Kanal-Larven gerät m. E. ein grosser Teil in den Monaten Januar bis März in die Hoofden und weiter in die südöstliche Nordsee. Der Beweis muss allerdings erst erbracht werden, wie noch so viele andere unsicher begründete Ansichten und ungelöste Fragen durch fortgesetzte Untersuchungen auch in diesen Gegenden ergründet werden müssen, wie z. B. die genaue örtliche und zeitliche Lage und Ausdehnung des Laichens, die quantitative Bedeutung der verschiedenen Laichplätze, die Herkunft der auf ihnen laichenden Heringe u. a. m.

Wie unsere Karten zeigen, erfolgt die Verbreitung der Larven in den Hoofden entsprechend der Kanalströmung mit dem Kern über dem Ostrand der »Tiefen Rinne« und östlich davon, sodann weiter nordöstlich. In dieser Richtung nimmt der Prozentsatz der Gruppe »klein« ab ($> 90\ ^0/_0$ im Süden bis auf ca. $50\ ^0/_0$ in der Gegend zwischen Schwarze Bank und Texel mitten vor der Hoofden-Bucht), und gleichzeitig steigt die untere Längengrenze der Larven, d. h. diese werden nordwärts immer älter. Fast der ganze übrige Prozentsatz wird in diesem Hauptverbreitungsgebiet jetzt von »mittel-



Karte 3b.

grossen« L. gebildet, die besonders an der holländischen Seite zahlreich gefunden werden. Ausserdem ist jedoch ein kleiner Prozentsatz (höchstens 2 %) »grosser« Larven beigemengt, die sich in den Messreihen als ein besonderer Bestandteil zu erkennen geben. Obschon sie auch im südlichen und südöstlichen Teil der Hoofden hier und da in wenigen Exemplaren bemerkt wurden, sind sie doch im nordwestlichen am zahlreichsten, so dass ihre Herkunft nach Nordwesten weist, eine Ansicht, die bereits unsere holländischen Kollegen ausgesprochen haben und die unterstützt wird durch unsere Befunde an der westlichen Seite der Hoofden vor der englischen Südost-Küste. Denn über dem nördlichen Teil der »Tiefen Rinne« steigt der Prozentsatz grosser Larven, und westlich derselben trafen wir nur noch »grosse« an, wenn auch in nur geringer Zahl. Dicht vor Orford Ness fingen wir sogar einige »sehr grosse« Larven (bis 43 mm). Vermutlich gehören sie zum gleichen Stamm wie die im November vor Lowestoft und nördlich davon bemerkten grossen Larven. Wie aus Wallace's und Carruthers' Untersuchungen bekannt, sind die Verbreitungsverhältnisse in den Hoofden in hohem Masse von den Strömungen abhängig. Die Zone zwischen der englischen Küste und der »Tiefen Rinne« wird stark von nördlichem Wasser beeinflusst, während die Hoofden im Uebrigen hauptsächlich vom Kanalwasser beherrscht werden. Die Stationen über dem nördlichen Teil der »Tiefen Rinne« liessen diese Unterschiede auch an der Plankton-Zusammensetzung deutlich erkennen. In diesem Zusammenhang möchte ich auf die weitgehende Aehnlichkeit der Verbreitungsweise der Heringslarven mit derjenigen der Scholleneier hinweisen, die aus einem Ver-

gleich unserer Karten mit denjenigen Buchanan-Wollaston's[1]) ersichtlich ist. Dabei darf allerdings nicht verhehlt werden, dass unsere Karten diesen keineswegs gleichwertig sind wegen des weniger gleichmässig gesammelten Materials und der geringen Anzahl und ungleichmässigen Lage unserer Stationen, so dass uns eine so exakte Zeichnung von Linien gleicher Häufigkeit noch nicht möglich ist.

In der Betrachtung unserer Januar-Karten ostwärts fortfahrend stellen wir die Verbindung der Hoofden mit der südöstlichen Nordsee fest durch einen allerdings verhältnismässig schmalen Gürtel vor den westfriesischen Inseln, in welchem die Häufigkeitszahlen geringer bleiben als 10 Stck. pro qm. Nach den wenigen vorliegenden Messungen ist über die Hälfte der Larven »mittelgross«, die übrigen gehören zur Gruppe »klein«, deren unterste Längengrenze hier aber auf 11 mm gestiegen ist. Man darf demnach vermuten, dass wir hier aus den Hoofden abgewanderte Larven vor uns haben, die in geringer Zahl die Höhe von Terschelling erreicht haben, wo sie auf die breite Zugstrasse der von der englischen Ostküste und vom westlichen Dogger abwandernden Larven treffen. Bezeichnender Weise steigt in der Höhe von Terschelling der Prozentsatz der »grossen« Larven, und auch »sehr grosse« sind hier nicht selten (vergl. März). Im Einklang hiermit lassen Planktonuntersuchungen in dieser Gegend starke Beimengungen nördlicher Plankton-Arten erkennen. Der Kanalstrom ist hier durch den Andrang des nördlichen Wassers bekanntlich stark der Küste genähert, um erst weiterhin seinen Weg in grösserer Entfernung von der Küste in südöstlicher und alsdann nördlicher Richtung zu nehmen, etwa dem Verlauf der 40 m-Linie folgend (vergl. März).

Die aus den Hoofden kommenden Larven können im Januar kaum weiter als bis vor Terschelling gelangt sein. Diese Ansicht lässt sich allerdings nicht beweisen, denn in der südöstlichen Nordsee wird die Beurteilung der Zusammensetzung der Larvenbevölkerung und der Herkunft ihrer Bestandteile kompliziert. Ausser den von Westen her zugewanderten älteren Larven findet sich hier die bereits oben erwähnte ausgedehnte Ansammlung junger Larven über den sog. Austern-Gründen und dem Borkumriff-Grund. Sie hebt sich aus der Umgebung durch grössere Häufigkeit (bis 29 Stck. pro qm.) und einen hohen Prozentsatz ($> 50\,^0/_0$) »kleiner« Larven hervor sowie durch deren geringe untere Längengrenze. Diese sind jedoch bereits alle ohne Dottersack. Man darf vermuten, dass sie nicht vom südwestlichen Dogger, sondern von einem südöstlich oder östlich davon gelegenen Laichgrund stammen, dessen wahrscheinlich westlicher als unsere Larvenansammlung gelegener Platz mangels Beobachtungen aus dem Dezember und Anfang Januar noch unbekannt ist. Das Verbreitungs-Areal reicht östlich höchstens bis 7° Länge und nördlich bis etwa 54°30′ Breite. Ausser von diesen »kleinen« Larven ist der ganze südliche Teil der südöstlichen Nordsee über den Austern-Gründen, Borkumriff-Grund und zu beiden Seiten der 40 m-Linie zu etwa 30—45 % von mittelgrossen Larven bevölkert, während den Rest »grosse« ausmachen.

Ostwärts des auf Karte 3 b umrissenen Gebiets kleiner Larven in der Richtung auf die helgoländer Bucht schliesst sich zunächst eine Zone von »mittleren« und »grossen«

[1]) In: Fishery Investigations Ser. II. Vol. II No. 4, V No. 2, IX No. 2.

Larven zu gleichen Teilen an, weiterhin aber verlieren sich die »mittleren« und bei Helgoland trifft man jetzt fast nur »grosse« und »sehr grosse«, aber noch in geringer Zahl.

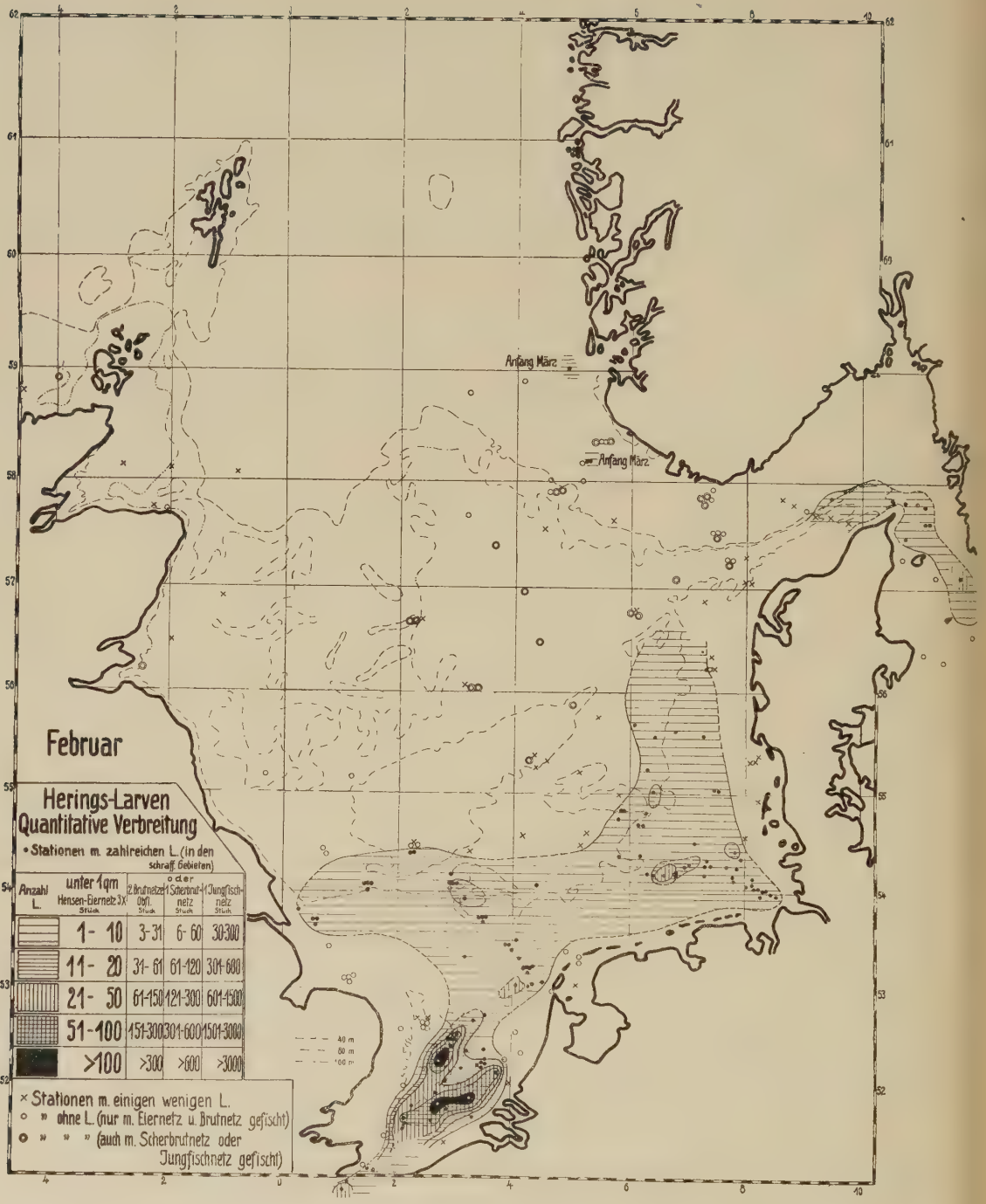
Nordwärts verfügen wir nur über wenige Stationen. Ueber der südlichen Schlickbank sind die Larven »mittel« und »gross« und weiter nördlich »gross« und »sehr gross«. An der nördlichsten Station schliesslich befinden wir uns abermals in einem Junglarvengebiet von allerdings wohl nur geringer quantitativer Bedeutung, dessen Bestand vermutlich hier in der Gegend der Jütland Bank vor Kurzem ausgeschlüpft war, den Dottersack jedoch bereits aufgezehrt hatte. Der sog. Jütlandbank-Hering setzt seinen Laich hier im September bis Oktober ab. Unsere Larven müssen daher von einem später laichenden Schwarm stammen.

Februar (Karte 4 a und b).

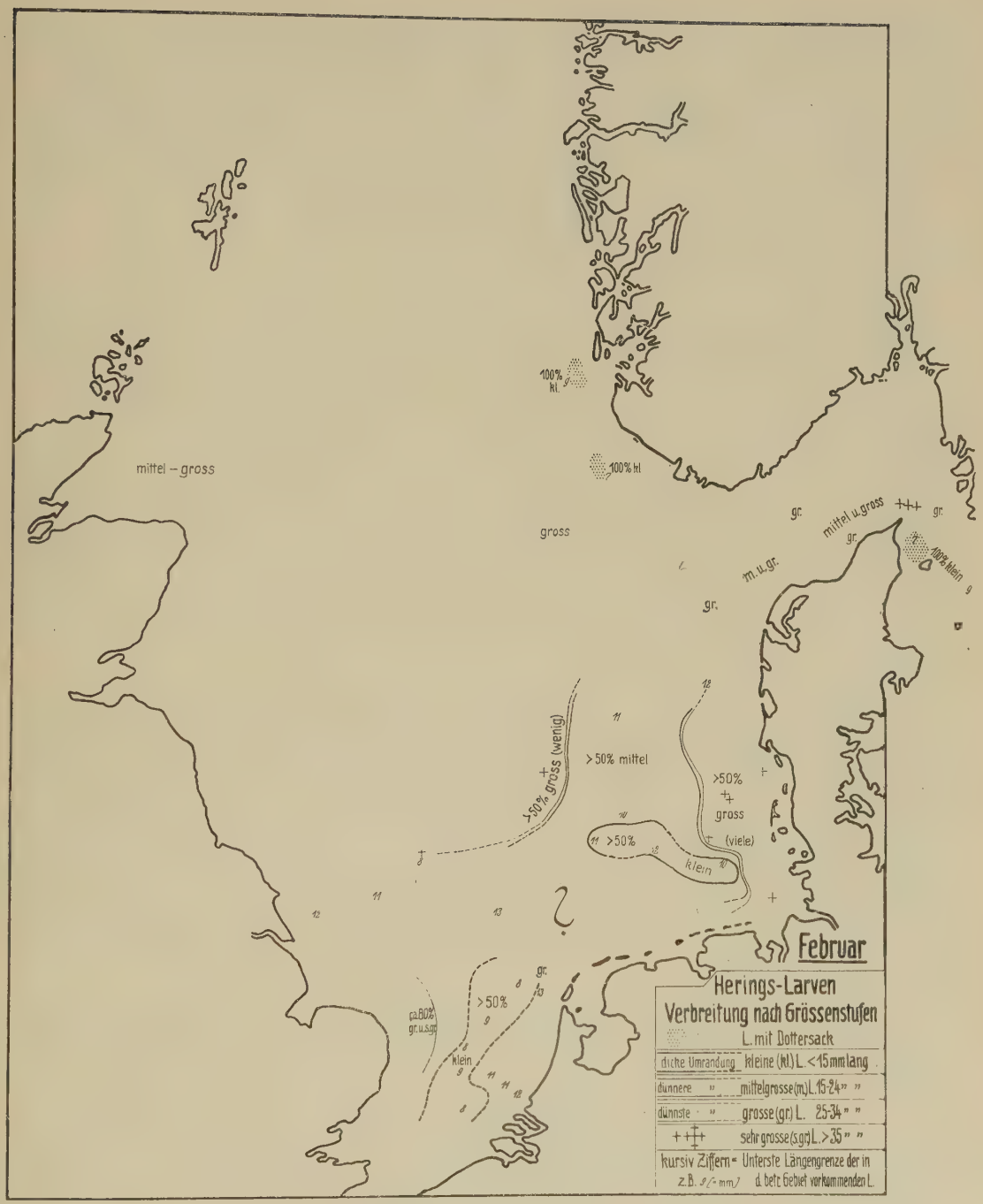
In der südlichen Hälfte behält das Bild der Häufigkeit und Verteilung noch grosse Aehnlichkeit mit demjenigen des Januar. Das wichtigste Gebiet sind noch immer die Hoofden, aber auch in der südöstlichen Nordsee liegen wiederum einzelne Flecke grösserer Häufigkeit.

Die Abwanderung aus der Gegend vor der englischen Ostküste und dem Dogger hat sich weiter in östlicher Richtung vollzogen. In der Zugstrasse hebt sich eine Region etwas erhöhter Häufigkeit unter dem Südrand des Doggers hervor.

In den Hoofden hat sich das Gros der Bevölkerung seit Januar nur wenig nord- bis nordostwärts verschoben. Jüngste Stadien mit Dottersack, die hier schon in der 2. Hälfte des Januar vermisst wurden, sind auch jetzt nicht beobachtet worden, so dass die Hoofden-Bevölkerung seit etwa Mitte Januar durch hierselbst ausgeschlüpfte Brut nicht mehr verstärkt sein kann. Die letzten, Mitte Januar hier ausgeschlüpften Larven müssten — bei Annahme eines monatlichen Zuwachses von 7 mm — Mitte Februar etwa 14 mm lang sein. Dennoch sind kleine Larven unter 10 mm Länge jetzt immer noch sehr zahlreich vorhanden. Diese können demnach nicht in den Hoofden geboren sondern müssen zugewandert sein. Für einen Zuzug bedeutender Massen spricht auch die bereits oben unter Januar mitgeteilte Beobachtung, dass die im Februar gefundenen Häufigkeitszahlen mit einem Maximum von 377 Stck. pro qm. viel grösser sind als im vorigen Monat (maximal 162 Stck.). Wenn diese Unterschiede nicht etwa lediglich Jahres-Fluktuationen in der Menge der Bruterzeugung anzeigen, indem die im Februar gemachten Beobachtungen zufällig in günstigeren Brutjahren, die im Januar dagegen in schlechteren stattgefunden haben, sondern die Larvenmengen im Februar wirklich stets grösser sind als im Januar, dann wird man die im Februar erfolgte Anreicherung nicht anders als mit dem erwähnten Zuzug erklären können, und zwar aus dem Kanal. Andere Gegenden kommen kaum in Frage, denn nach unseren Januar- und Februar-Befunden gelangen von Nordwesten her längs der englischen Ostküste um diese Zeit nur noch wenige und und fast nur grössere Larven in die Hoofden (vgl. Karten). Einen bedeutenden Zuzug aus Norden an der Ostseite der Hoofden machen nicht allein die Befunde sondern auch die Strömungsverhältnisse unwahrscheinlich, die dagegen sehr günstig sind für eine Zuwanderung aus dem Kanal. Dieser ist nach den unter Januar besprochenen Wallace'schen


Anfang März
Anfang März
Februar
Herings-Larven
Quantitative Verbreitung
• Stationen m. zahlreichen L. (in den schraff. Gebieten)
Anzahl L.
unter 1 qm Hensen-Eiernetz 3X Stück
oder z. Brutnetz Obfl. Stück
oder 1 Scherbrut-netz Stück
oder 1 Jungfisch-netz Stück
1- 10 | 3-31 | 6- 60 | 30-300
11- 20 | 31- 61 | 61-120 | 304-600
21- 50 | 61-150 | 121-300 | 601-1500
51-100 | 151-300 | 301-600 | 1501-3000
>100 | >300 | >600 | >3000
× Stationen m. einigen wenigen L.
○ » ohne L. (nur m. Eiernetz u. Brutnetz gefischt)
◎ » » » (auch m. Scherbrutnetz oder Jungfischnetz gefischt)
40 m
80 m
100 m

Karte 4a.


mittel – gross
100% kl.
100% kl.
gross
gr.
mittel u. gross
gr.
gr.
m. u. gr.
gr.
100% klein
>50% gross (wenig)
>50% mittel
>50% gross (viele)
>50% klein
gr.
>50%
klein
Februar
Herings-Larven
Verbreitung nach Grössenstufen
L. mit Dottersack
dicke Umrandung kleine (kl.) L. < 15 mm lang
dünnere " mittelgrosse (m.) L. 15-24 " "
dünnste " grosse (gr.) L. 25-34 " "
sehr grosse (s.gr.) L. > 35 " "
kursiv Ziffern = Unterste Längengrenze der in d. betr. Gebiet vorkommenden L.
z.B. 9 (= mm)

Karte 4b.

Untersuchungen Ende Januar und Anfang Februar überaus dicht mit jungen Larven erfüllt, die hier im Januar gelaicht und ausgeschlüpft sind.

Die Gruppe »klein« ist in den Hoofden ebenso wie im Januar am zahlreichsten im Verlauf der Kanalströmung über dem Ostrand der »Tiefen Rinne« und östlich davon.

Die allgemeine Richtung der weiteren Verbreitung weist nach Nordosten. Zu einer Darstellung ihres Verlaufs sind die Februar-Daten leider ebenso wenig ausreichend wie zu einer Erörterung der Verbindung der südwestlichen und südöstlichen Nordsee überhaupt, da auch in dem als Zugstrasse besonders wichtigen Gebiet nördlich der westfriesischen Inseln und über dem westlichen Teil des Austern-Grundes hinreichende Beobachtungen fehlen.

Ueber den Aussengründen der Deutschen Bucht sind noch zahlreiche »kleine« Larven vorhanden (vgl. Januar), die im zentralen Teil derselben über 50 % des Larvenbestandes ausmachen. Ihre unterste Längengrenze ist jetzt auf 10 mm gestiegen, und ihre Verbreitung hat sich östlich fast bis Helgoland ausgedehnt. Im Uebrigen ist die südöstliche Nordsee von einem Gemisch aller 4 Grössenstufen erfüllt. Die Häufigkeit überschreitet nur an wenigen Flecken die Anzahl von 10 Stck. pro qm. und erreicht maximal 42 Stck. pro qm. Den Hauptanteil hat die Mittelgrösse. Zu beiden Seiten der allgemeinen Zugrichtung haben jedoch die »Grossen« die Vorherrschaft. Entsprechend ihrem höheren Alter haben sie sich über ein grösseres Gebiet verbreitet, als die »Mittleren«, wobei das Gros der Küste zustrebt, während anscheinend ein kleiner Teil an diesem Zug nicht teilnimmt, sondern draussen bleibt, denn auch am Aussenrande des Verbreitungsgebiets, am Südrand des Doggers, hielten sich grosse und sehr grosse Larven auf, aber in spärlicher Anzahl.

Draussen vor der jütischen Küste in der Gegend der Jütland Bank wird die Häufigkeit in dem über der südlichen und nördlichen Schlickbank heranziehenden Zug geringer, vermutlich infolge der weiter nördlich immer mehr zur Geltung gekommenen Abwanderung grösserer Larven gegen die Küste. Es sind aber Andeutungen vorhanden, dass jedenfalls ein Teil der Larven mit dem sog. Bankwasser der Nordsee längs der dänischen Küste ins Skagerrak bis Skagen gelangt. Die Stationen im Küstengebiet sind leider besonders spärlich und ohne Zusammenhang. Man darf aber vermuten, dass sich schon im Februar ein zusammenhängendes Gebiet alter Larven von der Deutschen Bucht längs der Küste bis nach Skagen erstreckt, das erst auf unseren März- und April-Karten deutlicher in Erscheinung tritt.

Die zentralen Teile der mittleren und nördlichen Nordsee finden wir larvenleer abgesehen von hier und da verstreuten ganz geringen Fängen. Vor der schottischen Ostküste haben wir zwar an den meisten Stationen Larven erbeutet — nur »mittlere« und »grosse« — doch stets in geringer Menge.

Erhebliche Quantitäten stellten die deutscherseits nur gelegentlich ausgeführten Untersuchungen im Skagerrak und Kattegat fest. Im Kattegat fanden wir zwischen Anholt-Läsö und der schwedischen Küste 26 Stck. pro qm. junge Larven von 9—11 mm Länge, während die zwischen Läsö und Skagen gefangenen von nur 7 mm Länge noch Dotter besassen, also aus in der Nähe abgelegtem Laich stammten. Hingegen bestand die Bevölkerung vor der dänischen Skagerrak-Küste nur aus »mittleren« und »grossen«,

aber nördlich Skagen auch aus »sehr grossen« Larven, die — wie schon oben erwähnt — vermutlich aus der südlichen Nordsee zugewandert sind.

Unsere Februar-Terminfahrten hatten auf den Stationen im nördlichen Eingang des Skagerraks und auf den Schnitten vor Egersund und Stavanger stets negative Befunde ausser einer verspäteten Fahrt, die in den ersten März-Tagen auf den in unsere Karte eingetragenen Plätzen erhebliche Mengen kürzlich ausgeschlüpfter Larven erbeutete.

März (Karten 5 a und b).

Für diesen Monat stehen zahlreiche Daten zur Verfügung, namentlich in der südöstlichen Nordsee.

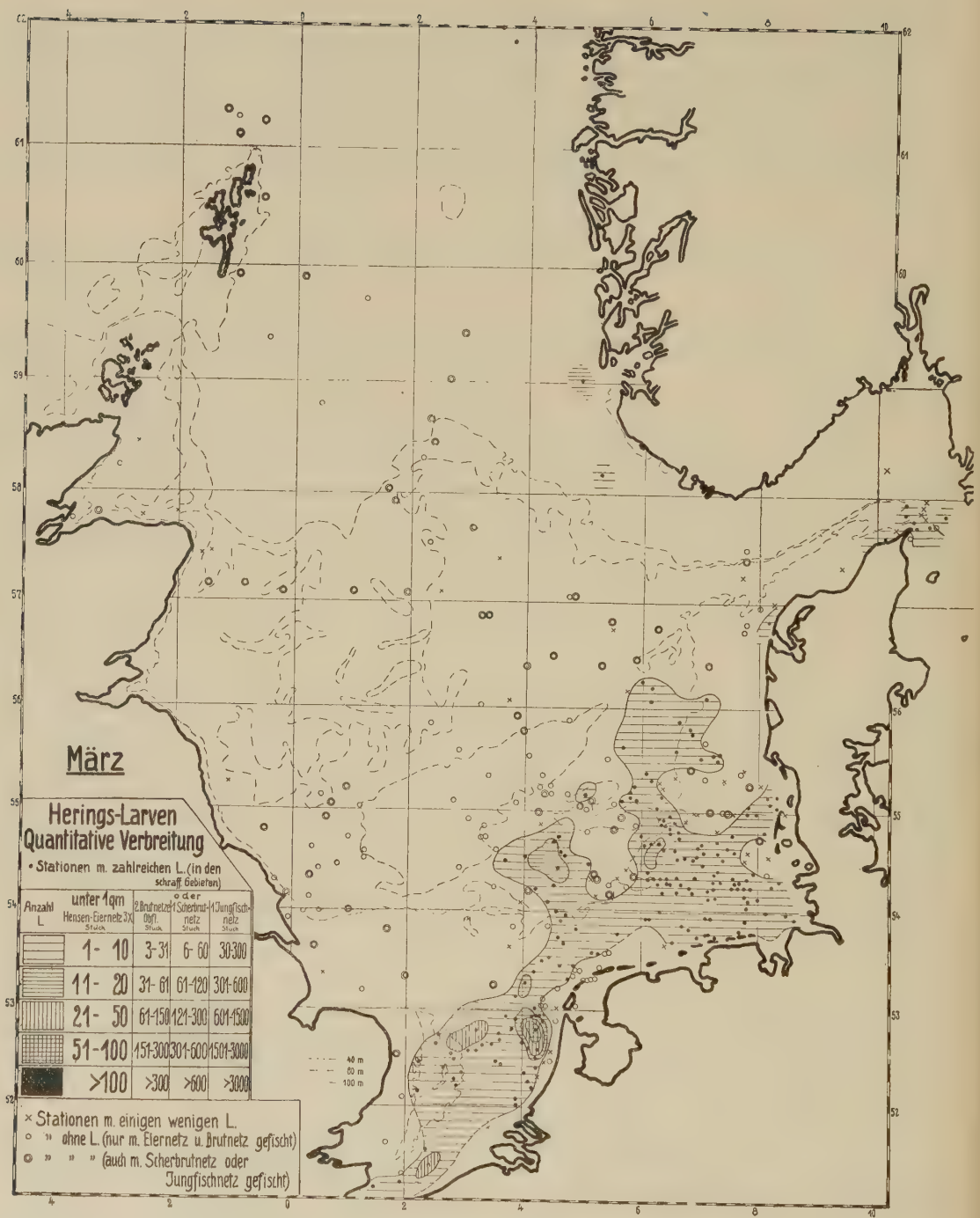
Unsere Betrachtung wieder im südwestlichen Teil beginnend sehen wir den weiten Abschnitt vor der englischen Ostküste bis etwa 53° N-Breite und 4° O-Länge jetzt so gut wie verlassen.

Die Hoofden sind abgesehen von der bereits arm oder leer erscheinenden Zone vor der englischen Küste in ganzer Ausdehnung mit Larven erfüllt. Im Gegensatz zu den vorigen Monaten vermissen wir aber das grosse, zusammenhängende, zentral gelegene Areal besonders dichter Bevölkerung. In der Südhälfte ist die Zahl der Stationen allerdings leider sehr gering, namentlich fehlen sie in der wichtigen Gegend nordöstlich und südwestlich von etwa 52° N und 3° O, so dass möglicherweise hier vorhandene Ansammlungen unbeobachtet geblieben sein können.

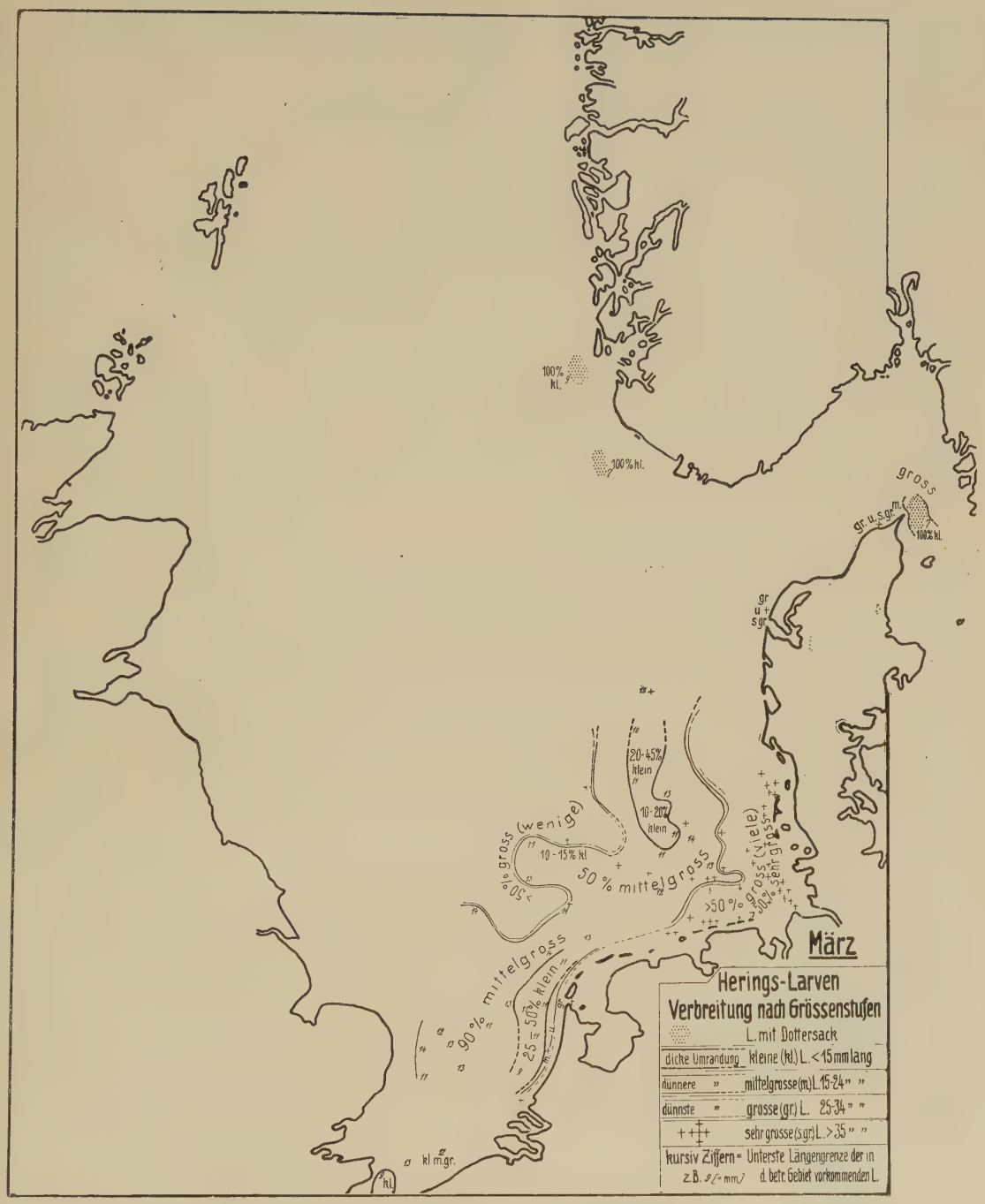
In unsere Karte konnten 3 Flecke mit höheren Quantitäten als 10 Stck. pro qm. eingezeichnet werden. Davon liegt der grösste mit 57 Stck. pro qm. über den Bree Vertien, während die östlich davon, zwischen der Braunen Bank und Tiefen Rinne gelegene Ansammlung nur 27 pro qm. erreichte. Die dichteste Bevölkerung erscheint demnach gegen Februar nordwärts und besonders ostwärts verschoben und ist nahe vor die holländische Küste gerückt. Auch Wallace fand — Ende März — die grössten Mengen im östlichen Teil der Hoofden (bei Schouwen Bank und vor West-Kapelle). Die meisten »kleinen« Larven des Hoofden-Gebiets wurden von uns im Nordosten angetroffen. Der Prozentsatz der »Kleinen« übersteigt zwar in dieser Zone jetzt nicht mehr 50 % (vgl. Karte 5b), doch ist er wesentlich höher als im zentralen und in den übrigen untersuchten Teilen, wo die »Mittelgrossen« ganz vorherrschend sind. Ob diese Verteilungsweise eine regelmässige Erscheinung ist, muss fraglich bleiben. Die unmittelbare Nähe der holländischen Küste erreichten die jungen Stadien nicht. Ausser den »Mittelgrossen« fing man hier dagegen einen hohen Prozentsatz (bis 45 %) »Grosse« und auch »sehr Grosse«. Nähere Untersuchungen über die Mengenverhältnisse, Zusammensetzung nach Grössenstufen und möglichst auch nach Rassenmerkmalen wären an den diese Küstenstriche bevölkernden letzten larvalen bezw. Uebergangsstadien sehr erwünscht.

Einige holländische Stationen im Eingang des Kanals sind bemerkenswert durch Feststellung von sehr kleinen Larven vor S. Foreland am Kanaleingang, deren geringste Länge von 9 mm[1]) erheblich kleiner war als in dem weiter nordöstlich am West-Hinder

[1]) Bei älteren Untersuchungen aus März und April erscheint Verwechslung von Heringslarven mit Sprottlarven nicht immer ausgeschlossen. Durch Zählung der Myomeren kann sie aber fast stets vermieden werden.


März
Herings-Larven
Quantitative Verbreitung
• Stationen m. zahlreichen L. (in den schraff. Gebieten)
Anzahl L
unter 1 qm
Hensen-Eiernetz 3 X
Stück
2 Brutnetze à 1 qm
Stück
oder
1 Scherbrut-netz
Stück
1 Jungfisch-netz
Stück
1- 10
3-31
6- 60
30-300
11- 20
31- 61
61-120
301-600
21- 50
61-150
121-300
601-1500
51-100
151-300
301-600
1501-3000
>100
>300
>600
>3000
40 m
60 m
100 m
× Stationen m. einigen wenigen L.
○ » ohne L. (nur m. Eiernetz u. Brutnetz gefischt)
◎ » » » (auch m. Scherbrutnetz oder Jungfischnetz gefischt)

Karte 5a.


100% kl.
100% kl.
gross
gr. u. s. gr.
100% kl.
gr. u. s. gr.
20-45% klein
10-20% klein
10-15% kl.
50% mittelgross
>50% gross (viele)
>50% sehr gross
>50% gross (wenige)
90% mittelgross
25-50% klein
März
Herings-Larven
Verbreitung nach Grössenstufen
L. mit Dottersack
dicke Umrandung kleine (kl.) L. < 15 mm lang
dünnere " mittelgrosse (m.) L. 15-24 " "
dünnste " grosse (gr.) L. 25-34 " "
sehr grosse (s.gr.) L. > 35 " "
kursiv Ziffern = Unterste Längengrenze der in d. betr. Gebiet vorkommenden L.
z.B. 9 (= mm)
kl m.gr.
kl.

Karte 5b.

angetroffenen Fleck, der mit 46 Stck. pro qm. die zweitgrösste Häufigkeitszahl dieses Monats in den Hoofden aufzuweisen hatte und aus »kleinen« von 12 mm an sowie aus »mittleren« und »grossen« Larven bestand. Leider fehlen hier Messungsreihen und Beobachtungen über die nördliche Ausdehnung dieser Ansammlung.

Zum östlichen Teil der Nordsee übergehend überblicken wir auf unserer Karte zunächst das Gesamtbild. Eine verhältnismässig schmale Zone vor den ostfriesischen Inseln verbindet das Verbreitungsgebiet der Hoofden mit demjenigen der südöstlichen Nordsee, und zwar verläuft sie in gleicher Richtung wie der auch die weitere Verbreitung der Larven offenbar sehr stark beeinflussende Kanalstrom, dessen rechte (östliche) Seite — wie schon in den Hoofden — im allgemeinen zahlreichere Larven führt als der linke, z. T. wohl deswegen, weil die Larven die Tendenz haben, ihre Verbreitung nach Osten, küstenwärts, auszudehnen. Der grosse Zug der Verbreitung verläuft auch weiterhin in der Richtung dieser die südöstliche Nordsee etwa an der 40 m-Kante entlang durchziehenden Strömung, so dass eine Betrachtung unserer März-Karte allein — ohne Zusammenhang mit denen der vorigen Monate — den Eindruck einer allgemeinen Vorsorgung der südöstlichen Nordsee mit Larven erweckt, die alle oder zum grössten Teil aus den Hoofden stammen. Dass dies jedenfalls für einen wesentlichen Teil der Bevölkerung nicht gilt, erwiesen die Januar- und Februar-Karten.

Dennoch ist das Bestehen einer überaus starken Abhängigkeit der Larven-Verbreitung von dieser Hauptströmung gerade in diesem, dank der grossen Zahl der Stationen für die südöstliche Nordsee am besten untersuchten Monat deutlich erkennbar. Von der Uebereinstimmung des Zuges der Larven mit dem der Strömungen kann man sich durch den Vergleich unserer Karte mit hydrographischen Karten überzeugen. In den Verzweigungen bezw. Ausbuchtungen unseres Verbreitungsgebietes kommen die Abzweigungen der Kanalströmung zum Ausdruck und sogar Wirbelbildungen (Böhnecke) scheinen angedeutet zu sein. Dabei würde das schraffierte, zahlreiche Larven führende Gebiet dem nordwärts verlaufenden Bogen an der Ostseite des Wirbels entsprechen, während das den rücklaufenden westlichen Bogen des Wirbels flankierende, von Norden und Nordwesten bis Westen kommende Wasser durch die larvenarmen, unschraffierten Einbuchtungen markiert wird, in denen vorwiegend grosse Larven gefunden werden, die mutmasslich grösstenteils oder alle von den Laichplätzen vor der englischen Ostküste und dem Dogger stammen. Selbst der die innere Deutsche Bucht durchkreisende Wirbel, dessen Vorhandensein wir übrigens wiederholt durch gelegentliche Planktonuntersuchungen erkennen konnten, ist angedeutet: Das die deutsche Küste entlangziehende Wasser wird vor Hornsriff nach Osten abgebogen und verläuft dann, an der rechten Seite des Kanalstroms entlang streichend, südwärts. Dieses Küstenwasser ist durch einen hohen Prozentsatz grosser und sehr grosser Larven gekennzeichnet, deren Häufigkeit aber meistens nicht 1 Stck. pro qm. erreicht, so dass das betreffende Gebiet auf der Karte unschraffiert geblieben ist.

Indessen möchte ich ein näheres Eingehen auf die Beziehungen zwischen der Larvenverteilung und den hydrographischen Verhältnissen der ausführlichen Abhandlung vorbehalten. Nach dem allgemeinen Ueberblick wollen wir die Larvenverteilung in der südöstlichen Nordsee jetzt etwas genauer betrachten.

Die aus den Hoofden herüberleitende, etwa querab Vlieland der Küste am meisten genäherte Zone ist ziemlich schmal. Ihre zudem nicht besonders hohe Bevölkerungsdichte, die sich nur an einer Stelle wenig über 10 Stck. pro qm. erhob, lässt das Stattfinden eines Abzugs in grossen Massen aus den Hoofden wenig wahrscheinlich erscheinen. Ob er vorher stärker gewesen ist, muss infolge der grossen Beobachtungslücke in dieser Gegend im Februar leider unentschieden bleiben. Dennoch kann kaum bezweifelt werden, dass erhebliche Mengen, namentlich jüngerer Larven, mit dem Kanalstrom in die östliche Nordsee entführt werden. Vor allem die »kleinen« und »mittleren« Larven in dieser Uebergangszone können nur aus den Hoofden stammen. Die Gruppe »klein«, die wir hauptsächlich an der rechten Seite der Strömung vorfanden, wird sodann im weiteren Verlauf des Verbreitungsgebiets zunächst sehr spärlich oder fehlend. Der Aussenrand der Uebergangszone wird von nördlichem Wasser flankiert, dessen Einfluss — wie bereits oben bemerkt — in der Gegend querab Texel und Vlieland am weitesten gegen die Kontinentalküste vordringt. Hier wurde ein erhöhter Prozentsatz »grosser« Larven beobachtet, die, an Zahl gering, mutmasslich von den vor der englischen Ostküste und am Dogger gelegenen Laichrevieren stammen.

In der Verfolgung des Verbreitungsgebiets fortfahrend bemerken wir zunächst die schon erwähnte Abzweigung eines breiten nordwärts gerichteten Astes von der Gestalt eines Lappens, in dessen Zentrum eine etwas erhöhte Häufigkeit festgestellt ist. Die »Mittelgrossen« sind hier wie übrigens im ganzen weiteren Verlauf der Kanalströmung in weiter Ausdehnung die vorherrschende Gruppe. Demnächst bilden die »Grossen« den Hauptbestandteil, die an der Peripherie des eben erwähnten Astes überwiegen. In seinem zentralen Teil waren jedoch noch »Kleine« vorhanden. Obschon hier nur 10—15 % des Bestandes ausmachend, ist ihr Vorkommen bemerkenswert, weil sie im südlichen Teil des Astes fehlten. Demnach können sie kaum zu der aus den Hoofden kommenden Bevölkerung gehören, und ihr Vorkommen macht gleichzeitig wahrscheinlich, dass mindestens ein Teil der hier vorhandenen »mittelgrossen« Larven ebenfalls nicht dazu gehört. Mutmasslich handelt es sich hier und ebenso bei den weiterhin über der Südlichen Schlickbank festgestellten »kleinen« Larven um die Reste, d. h. den zuletzt ausgeschlüpften Teil der schon im Januar und Februar in den äusseren Teilen der südöstlichen Nordsee zwischen dem Südrand des Doggers und der 40 m-Linie und östlich davon beobachtete Brut, die südlich vom südwestlichen Ende des Doggers oder östlich davon gelaicht worden ist.

Zwischen dem oben besprochenen Ast und dem weiteren Verlauf des Verbreitungsgebiets längs der 40 m-Linie liegt ein leeres bezw. armes Gebiet, an dessen südlichem Rande wiederum ein hoher Prozentsatz »grosser« Larven und daneben auch »sehr grosser« Larven festgestellt wurde, deren Vorkommen übrigens nicht etwa auf diese Ränder beschränkt ist, sondern sich ostwärts durch die breite Zone des Vorwiegens der »Mittelgrossen« fortsetzend und zahlenmässig stärker werdend in das Innere der Deutschen Bucht hinein verfolgen lässt.

In der Mittellinie des über der Südlichen Schlickbank nach Norden ziehenden Verbreitungsgebiets haben die schon erwähnten »kleinen« Larven einen erheblichen Prozentsatz aufzuweisen, auf der Breite von Hornsriff bis 45 %, südlich davon nur 10—20 %, während südlicher als 54°30′ Nordbreite nur ganz geringe Beimengungen bemerkt wurden.

Die inneren Teile der Deutschen Bucht werden jetzt von erheblich grösseren Mengen »grosser« und »sehr grosser« Larven erfüllt als in den vorigen Monaten. Ihre Verteilung und die Messungsreihen lassen deutlich das Heranziehen aus der offenen See erkennen, indem allgemein — wenn auch nicht überall in gleichem Masse — die durchschnittliche Länge bei Annäherung an die Küste steigt. Besonders grosse Fänge wurden vor und in den Flussmündungen gemacht. Bedeutende Mengen »grosser« und »sehr grosser« Larven (Häufigkeitswert 1—10 Stck. pro qm.) sind durch dänische Fänge auch am Ausgang des Limfjords und weiterhin in der Bucht zwischen Hirtshals und Skagen sowie nördlich Skagen nachgewiesen, überall dicht unter Land.

Schon vor Abschluss ihres larvalen Lebens, vielleicht schon im Stadium unserer mittelgrossen Gruppe, werden die Heringe nicht mehr wie echte Planktonorganismen lediglich »willenlos« von den Strömungen fortgetragen, sondern es kommt — ebenso wie bei den Larven vieler anderer Fischarten — der Trieb einer bestimmt gerichteten Abwanderung hinzu. Diese ist sicherlich bei der grossen Mehrzahl der im Winter beobachteten Heringslarven auf die Küste zu gerichtet, obwohl Anzeichen dafür vorhanden sind, dass ein kleiner Teil draussen auf See bleibt. Ohne behaupten zu wollen, dass der Zug nach Osten durch die Nahrungssuche bestimmt wird, möchte ich auf die Tatsache aufmerksam machen, dass die Brut um diese Jahreszeit im Gebiet des Kanalstroms und östlich davon im allgemeinen günstige Ernährungsverhältnisse antrifft. Die Zahl der die Hauptnahrung bildenden kleinen Arten von Copepoden ist hier grösser als in dem von Norden her durch die Nordsee ziehenden Wasser, wo *Calanus* vorherrscht, der für die jüngeren Larven offenbar zu gross ist.

Die im Spätsommer und Herbst vor der schottischen Küste erzeugte Brut durchzieht die Nordsee in ihrer Hauptmenge wahrscheinlich in ähnlicher Weise, doch wohl nördlicher als der von uns im Winter beobachtete Zug. Durch Untersuchungen in den letzten Monaten des Jahres wird man darüber Klarheit gewinnen können. Vielleicht gelangt aber auch hiervon — wie schon oben bemerkt — ein Teil in die Deutsche Bucht. Die ersten bei Helgoland Anfang Dezember erscheinenden Heringslarven gehören der Gruppe »gross« an. Sie können kaum aus der südlichen Nordsee stammen. Die weiteren Beobachtungen bei Helgoland von Dezember bis April, deren Material allerdings noch nicht ausreichend ist, deuten auf die Ankunft von 3 oder 4 Bevölkerungswellen oder Schüben während dieser Zeit hin, die sich in der durchweg beobachteten Zwei- oder Mehrgipfeligkeit der Messungsreihen zu erkennen geben (vgl. April).

In der übrigen Nordsee lassen unsere März-Stationen zwar viele Lücken, doch rechtfertigen sie die Annahme, dass die offenen Teile der mittleren und nördlichen Nordsee jetzt nur sehr wenig Larven beherbergen. Denn abgesehen von einigen spärlichen Funden in der mittleren Nordsee und in der Gegend des Moray-Firth, für die die Längenmasse nicht mehr ermittelt werden konnten, hatten unsere Fänge ein negatives Ergebnis.

Einige deutsche Netzzüge im Eingang des Kattegats erbeuteten östlich von Skagen zahlreiche junge Larven, darunter solche mit Dottersack, nördlich davon dagegen vorwiegend »mittelgrosse«. Nach dänischen Fängen kamen 11 Sm. nördlich von Skagen »kleine« Larven von 12 mm Länge an vor, die vermutlich zu dem von uns östlich von

Skagen gefundenen jungen Bestand gehören, der jedoch nach Ost und Nord nur eine geringe Ausdehnung hat und hier von grossen Larven umgeben ist.

Die schon für Februar erwähnten Fundplätze kürzlich ausgeschlüpfter Larven vor Stavanger und Egersund sind in unserer Märzkarte nochmals eingetragen, da ihre Daten auf den letzten Februar und ersten März fallen.

April (Karten 6 a und b).

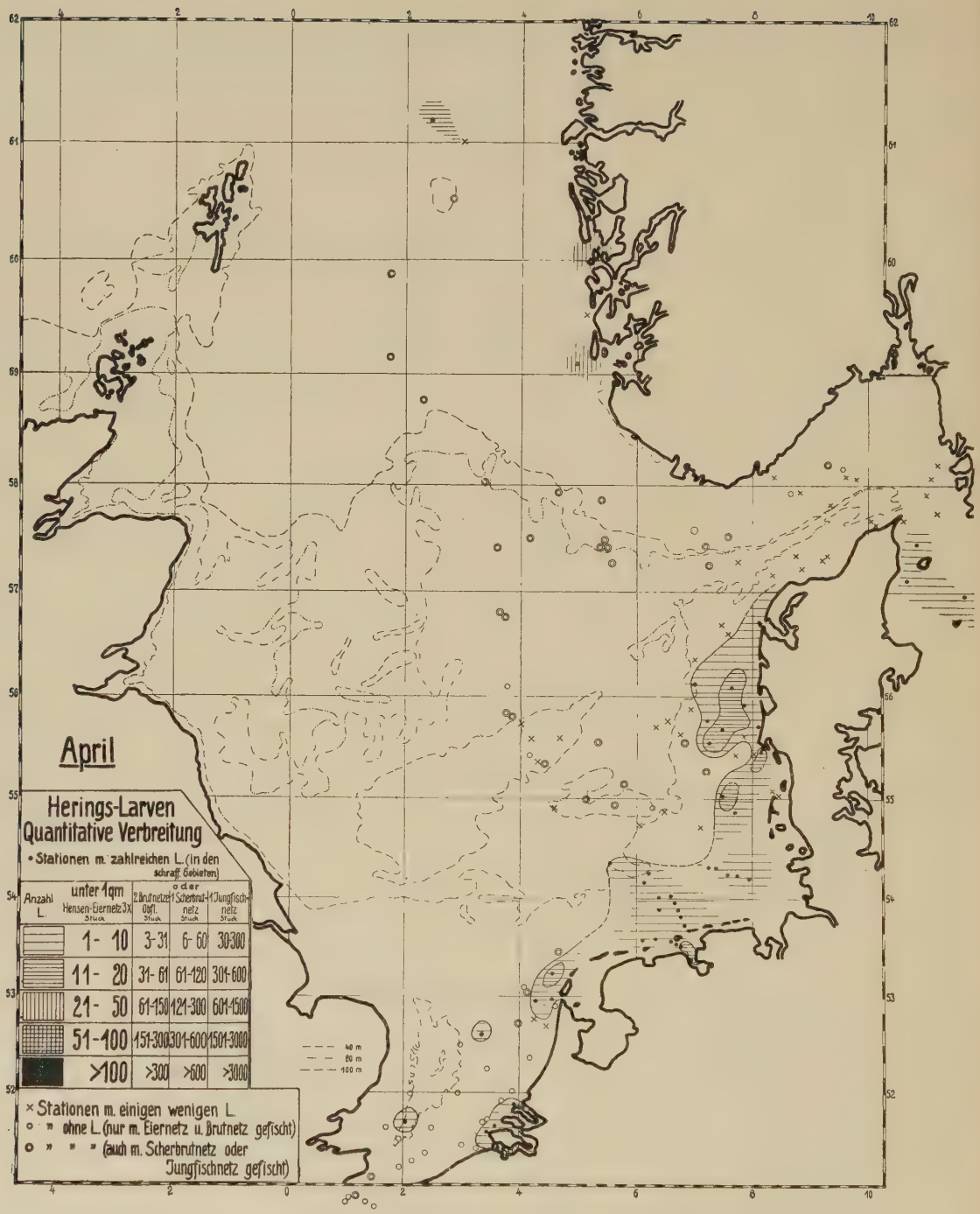
Die Stationen — an Zahl erheblich weniger als im März — liegen in den Hoofden und in der südöstlichen und nordöstlichen Nordsee; ferner einige im Kattegat, an der norwegischen Küste und nördlich der Wiking-Bank.

Im zentralen Teil der Hoofden sind jetzt nur noch zwei Flecke mit 2 bezw. 3 Larven pro qm. zu verzeichnen. Im Uebrigen wurden im freien Wasser keine gefunden, weder im Kanaleingang noch in den Hoofden selbst. Allerdings wurde hier jetzt in den meisten Fällen nur mit dem Hensen'schen Eiernetz gefischt. Sehr stark bevölkert ist dagegen das Mündungsgebiet von Rhein und Schelde, wo die Holländer bis 5 Larven pro qm. festgestellt haben, eine sehr beträchtliche Zahl für die hier fast lediglich gefangenen sehr grossen Individuen. Quantitäten von 18 Stck. pro qm. »mittlerer« bis »sehr grosser« Larven fanden sich ferner vor Texel, von 1—10 Stck. pro qm. am Eingang der Zuider See sowie vor der Emsmündung. Im Inneren derselben, querab Delfzijl war die für alte Larven gewaltig gross erscheinende Zahl von 25 Stck. pro qm. zu verzeichnen.

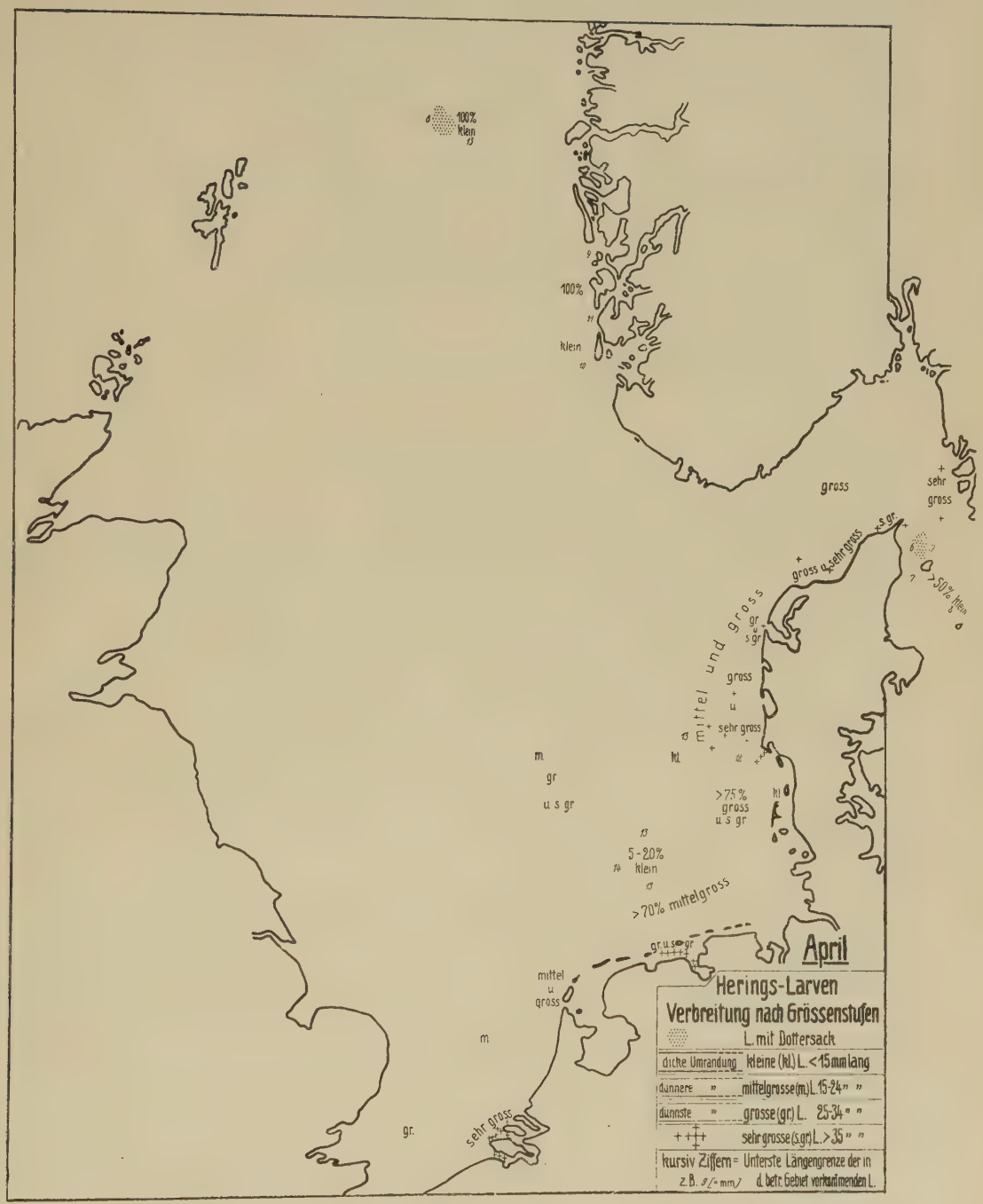
In der südöstlichen Nordsee ist das Verbreitungsgebiet im Vergleich mit März stark zusammengeschrumpft und der Küste genähert. Vor der Deutschen Bucht sind nur noch geringe Spuren von Larven vorhanden, »mittlere«, »grosse« und »sehr grosse«. Aber auch im Innern derselben erreicht die Häufigkeitszahl an vielen Stationen kaum den Wert von 1 Stck. pro qm., so dass dies Gebiet nur zum Teil schraffiert werden konnte. Zwischen dem Borkumriff-Grund und Helgoland und der Gegend nordwestlich dieser Insel überwiegen die »mittelgrossen« Larven, und zwischen Borkum-Riff und der 40 m-Linie sind auch jetzt noch »kleine« bemerkt worden, bis zu 20 % des Bestandes ausmachend mit der unteren Längengrenze von 13 mm. Die dänischen Fänge haben sie weiterhin querab Hornsriff östlich der 40 m-Linie angetroffen (siehe unten). Vermutlich gehören sie zu demselben Stamm wie die bereits im März vor der Deutschen Bucht beobachteten kleinen Larven, deren spätes Auftreten auf späte Laichablagen kleinerer Schwärme östlich des Dogger oder auf den Austerngründen schliessen lässt[1]).

Nach den bisherigen Ergebnissen der regelmässigen Beobachtungen bei Helgoland ist unerwarteter Weise der Prozentsatz der »Mittelgrossen« Anfang April erheblich grösser als im März: Zweite Märzhälfte 45 % »mittelgross« und 55 % »gross« und »sehr gross«; Anfang April dagegen 68 % »mittelgross« und 32 % »gross« und »sehr gross«. Dies ist der letzte bei Helgoland eintreffende Schub mittelgrosser Larven. Wahrscheinlich stammt er im Wesentlichen aus den Hoofden, bezw. aus dem Kanal; vielleicht sind aber auch Teile der vor der Deutschen Bucht beobachteten jungen Brut unsicherer Herkunft dazwischen,

[1]) Am 30. April 1923 fing Johansen übrigens viele kleine Larven in der Jütland Bank Area von 9—19 mm Länge (Johansen l. c. S. 35). Sie sind in unsere Karte nicht eingetragen.


April
Herings-Larven
Quantitative Verbreitung
• Stationen m. zahlreichen L. (in den schraff. Gebieten)
Anzahl L.
unter 1qm Hensen-Eiernetz 3X Stück
2 Brutnetze Obfl. Stück
oder Scherbrut-netz Stück
+1 Jungfisch-netz Stück
1- 10 3-31 6- 60 30-300
11- 20 31- 61 61-120 301-600
21- 50 61-150 121-300 601-1500
51-100 151-300 301-600 1501-3000
>100 >300 >600 >3000
× Stationen m. einigen wenigen L.
○ » ohne L. (nur m. Eiernetz u. Brutnetz gefischt)
○ » » » (auch m. Scherbrutnetz oder Jungfischnetz gefischt)
40 m
80 m
100 m

Karte 6a.


100% klein
100%
klein
gross
sehr gross
gross u. sehr gross
s. gr.
>50% klein
mittel und gross
gr
s. gr.
gross
sehr gross
m
kl.
gr
u. s. gr
>75% gross u. s. gr
5-20% klein
>70% mittelgross
gr. u. s. gr
April
mittel u. gross
m
gr.
sehr gross
Herings-Larven
Verbreitung nach Grössenstufen
L. mit Dottersack
dicke Umrandung kleine (kl.) L. < 15 mm lang
dünnere " mittelgrosse (m.) L. 15-24 " "
dünnste " grosse (gr.) L. 25-34 " "
sehr grosse (s.gr.) L. > 35 " "
kursiv Ziffern = Unterste Längengrenze der in d. betr. Gebiet vorkommenden L.
z.B. 9/- mm

Karte 6b.

Die Herleitung aus den Hoofden steht im Einklang mit den Befunden und Ansichten von Wallace, der in der ersten Aprilhälfte an mehreren Stationen vor den west- und ostfriesischen Inseln von Vlieland bis zur Elbmündung hauptsächlich mittelgrosse Larven festgestellt hat, deren Herkunft er auf den im Winter (Dezember—Januar) in den südlichen Hoofden und im Kanal abgelegten Laich zurückführt.

Entlang der ganzen deutschen Küste von Borkum bis List fehlen uns Stationen dicht an der Küste bisher leider fast ganz. Nach den Befunden aus dem März und der im April von uns bei Helgoland und von den Holländern in der Ems festgestellten grossen Häufigkeit steht zu erwarten, dass dicht unter Land in den Flussmündungen und im Wattenmeer längs der ganzen Küste eine dichte Bevölkerung »grosser« und »sehr grosser« Larven anzutreffen ist.

Ihre Verbreitung und Häufigkeit an der dänischen Küste entnehmen wir den von Johansen mitgeteilten Daten aus zahlreichen Fängen zwischen Hornsriff und Skagen in Küstennähe und weiter draussen. Schon unser etwa 30 Sm. querab Lister Tief gelegener Fang mit 11—12 Stck. grosser Larven pro qm. deutet auf die Anwesenheit erheblicher Mengen ebensolcher Larven bei Hornsriff hin. Unsere Karte zeigt ausser dem eben genannten einen weiteren Fleck erhöhter Häufigkeit südlich Blaavandshuk und einen grösseren nördlich von Hornsriff. Querab Esbjerg ist das schraffierte Gebiet durch eine von draussen kommende landwärts gerichtete Zunge larvenarmen Wassers geteilt, in welcher nur kleine und mittlere Larven bemerkt worden sind, während in dem schraffierten Gebiet grösserer Häufigkeit nördlich und südlich dieser Zunge die »grossen« und »sehr grossen« überwiegen, »mittlere« seltener sind und »kleine« ganz fehlen.

Man darf vermuten, dass diese Verteilungsweise wiederum mit den Strömungsverhältnissen zusammenhängt und kann sich folgendes, allerdings der Nachprüfung bedürfendes Bild von den Vorgängen machen. Der längs der schleswig-holsteinischen Küste mit der Restströmung nach Norden streichende Larvenzug wird zum grösseren oder geringeren Teil durch den vor Hornsriff links abdrehenden Wirbel erfasst, der die Larven zuerst westlich, seewärts, dann rücklaufend südlich und schliesslich wieder küstenwärts führt, soweit die grösseren von ihnen nicht schon vorher durch eigene Wanderung wieder an die Küste herangekommen sind. Von dem Wirbel wird wahrscheinlich der weiter aussen ziehende und jüngere Teil der Larven mehr erfasst als der dichter an der Küste befindliche ältere Teil, der anscheinend dicht bei Blaavandshuk vorbei etwa durch das Slugen-Fahrwasser in die Gewässer nördlich von Hornsriff gelangt. Nördlich des Riffs sammelt sich — teils von Süden die Küste entlang kommend (hauptsächlich »sehr grosse« und »grosse«), teils von draussen aus See kommend (hauptsächlich »grosse« und »mittlere«) — eine Anhäufung, deren Kern mit dem gegen die Umgebung erhöhten Häufigkeitswert von 10—20 Stck. pro qm. in einigem Abstande von der Küste liegt und von Hornsriff-Fsch. im Süden bis querab Ringkjöbing im Norden reicht. Das den Kern umgebende, im Häufigkeitswert 1—10 Stck. pro qm. schraffierte Gebiet vorwiegend »grosser« und »sehr grosser« z. T. aber auch noch »mittelgrosser« Larven erstreckt sich nordwärts bis zum Thyborön-Kanal (Limfjord) und setzt sich in etwas verminderter Häufigkeit unter der Küste anscheinend bis Skagen fort. In grösserer Entfernung von der Küste wird die Bevölkerung an »sehr grossen« Larven spärlicher und ausserhalb des schraffierten Gebiets trifft man

nur »mittlere« und »grosse« an, und — wie schon oben erwähnt — querab Hornsriff sogar noch »kleine« von einer unteren Längengrenze von 13 oder 14 mm, in der nach Blaavandshuk gerichteten Zunge von nur 12 mm.

Ein Besuch des Kattegats Anfang April ergab Häufigkeitszahlen bis zu 8 Stck. pro qm. Mehr als 50 % des Bestandes waren »klein«. Die jüngsten Individuen, darunter eben ausgeschlüpfte, wurden wiederum zwischen Skagen und Läsö gefunden. Im Uebrigen waren auch »mittlere« und »grosse« vorhanden, an der schwedischen Seite des nördlichen Ausgangs des Kattegats nur »sehr grosse«.

Einige Stationen an der norwegischen Küste zwischen Stavanger und Bergen brachten »kleine« Larven in einer Häufigkeit bis 42 Stck. pro qm.

Besonderes Interesse darf schliesslich der Fund junger, z. T. noch mit Dottersack versehener Larven im Norden der Wiking Bank (11 pro qm.) beanspruchen.

Zusammenfassung.

Vorstehender Vortrag ist ein vorläufiger Bericht über die Verbreitungs- und Mengenverhältnisse der Heringslarven in den Monaten November bis April, als ein Ergebnis der im Gange befindlichen Aufarbeitung des auf deutschen Fahrten in der Nordsee beiläufig erbeuteten Materials von Heringslarven, unter Hinzunahme der bisher von holländischen und dänischen Forschern veröffentlichten Daten.

1) Laichplätze. Durch Fang noch mit Dotter versehener Larven wurden an folgenden Stellen Laichplätze (bezw. deren unmittelbare Nähe) angetroffen:

a) Im südlichsten Teil der Hoofden (1. Hälfte Dezember),
b) Kattegat zwischen Läsö und Skagen (März und April),
c) Norw. Küste zwischen Bergen und Stavanger (April),
d) Nördlich der Wiking Bank (April).

Durch Fang von ca. 8—9 mm langen Larven (ohne Dotter) war die Nähe von Laichplätzen angezeigt:
e) Engl. Küste querab Humber-Mündung und vor Cromer (November),
f) Gegend der Austern-Gründe vor der Deutschen Bucht (Januar, vielleicht auch später),
g) Gegend der Jütland Bank (Januar und Ende April),
h) Kattegat Rinne (Februar),
i) Querab Stavanger (Ende Februar—Anfang März).

In der südlichen Nordsee wurden demnach ausser den schon durch die früheren Untersucher bekannten Laichgründen im westlichen Teil derselben (vgl. S. 105), nur wenige Stellen im östlichen Teil (O v. 3°0) gefunden, wo das Vorhandensein sehr junger Larven auf die Nähe von Laichgründen schliessen lässt, nämlich Platz f) und g). Vor der Deutschen Bucht fanden sich in der Gegend der 40 m-Linie in den ersten Monaten des Jahres »kleine« Larven (unterste Längengrenze Januar 8 mm, Februar 10 mm, März 11 mm), die wegen ihrer geringen Grösse weder aus den Hoofden hergeleitet werden

können, noch von dem bekannten Laichgeschäft im Oktober auf dem südwestlichen Dogger, der allerdings ebenso wie die südlich und südwestlich davon liegenden Steingründe noch sehr wenig auf seinen Larvenbestand untersucht ist. Da der Dottersack in allen Fällen bereits aufgezehrt war, bleibt die Herkunft fraglich. In der Gegend der Jütlandbank wurden »kleine« Larven aufgefunden, von uns im Januar, von Johansen im April. Da es sich bei allen genannten Funden nicht um bedeutende Mengen handelt (späte Laichablage kleiner Schwärme auf dem Zug durch die südöstliche Nordsee?), so ergibt sich in Uebereinstimmung mit Johansen's Ansicht, dass der wesentliche Bestand der Larven bezw. Jungheringe der südöstlichen Nordsee von den westlichen Laichgründen herzuleiten ist (vgl. Abschn. 3).

2) Menge der Larven. Weitaus die grössten Mengen wurden in den Hoofden gefunden. Höchstzahlen pro qm. (3 Vertikalzüge mit dem Hensen'schen Eiernetz) für verschiedene Gebiete sind folgende:

Vor der englischen Küste November querab Humber *13*, vor Cromer *48*.

Hoofden: Dezember *47* und *84* (sdl. Teil); Januar *105* und *162*; Februar *264* und *377*; März *46* (Hinder), *57* (Bree Vertien).

Deutsche Bucht: Januar *29*, Februar *42*.

Scheldemündung: April *8* (nur alte Larven), Ems: *25* (desgl.).

Skagen: März *8*, Kattegat Rinne: Februar *26*.

Vor Stavanger: 1. März *15*, zwischen Bergen und Stavanger: April *42*, nördlich der Wiking Bank: April *11*.

Vom Dogger fehlen quantitative Fänge.

3) Verbreitung. Im Februar bis April sind die zentralen, die nordwestlichen und die nördlichen Teile der Nordsee — abgesehen von der wenig untersuchten Territorialzone — frei von Heringslarven oder doch nur ganz spärlich davon bewohnt. Aus den vorhergehenden Monaten fehlen Untersuchungen in diesen Meeresgebieten.

In der südwestlichen Nordsee kann man drei Hauptregionen als Ausgangsgebiete unterscheiden, von wo aus sich die Verbreitung in der Richtung der vorherrschenden Strömungen vollzieht, wobei jedoch die älteren Larven ausserdem eine auf die Küste zu gerichtete Bewegung erkennen lassen.

Die Ausgangsregionen sind: 1) Das Gebiet der im geringen Abstande von der Küste gelegenen Laichplätze zwischen Northumberland und Norfolk. 2) Die Laichregion des südwestlichen Doggers. 3) Die südlichen Hoofden.

Von der 1. Region aus, die übrigens im Norden Zuzug von der schottischen Küste erhält, vollzieht sich die Verbreitung mit der aus der nordwestlichen Nordsee kommenden Strömung in zweierlei Richtungen. Ein Teil zieht in der Längsrichtung der Region die Küste entlang, wobei manche Larven offenbar grosse Strecken zurücklegen, indem wir z. B. im Dezember in der »Tiefen Rinne« Larven bis ca. 30 mm und Mitte Januar vor Orfordness bis 43 mm Länge fanden, die kaum südlicher als etwa Longstone ausgeschlüpft sein können. Dieser Teil wird hauptsächlich an der englischen Küste zu Jungheringen. Der andere Teil biegt südöstlich und östlich ab, und zwar ist dieser Zug bisher nur südlich des südwestlichen Doggers bekannt, in Richtung auf die Deutsche Bucht und die westfriesischen Inseln.

Von der 2. Region (SW Dogger) zieht die Brut, zugleich mit Teilen der im vorigen Absatz zuletzt genannten Bevölkerung der 1. Region, in östliche bis südöstliche Richtung, während bisher keine Anzeichen vorliegen für Abwanderung vom Dogger in westliche oder südliche Richtung.

Die 3. Region (die Hoofden) erhält von November bis Januar den schon erwähnten Zuzug aus der 1. Region und zwar in besonders starkem Masse wahrscheinlich im November und Dezember von den draussen vor der Wash gelegenen Laichplätzen her, deren Larven jedoch teilweise auch südöstlich und weiterhin östlich und nordöstlich ziehen, mit dem Kanalstrom in die südöstliche Nordsee gelangend. In den Hoofden fanden wir im Dezember und Januar eine Mischung von Larven, deren älterer, aber geringerer Bestandteil von Nordwesten zugezogen ist, während der jüngere, grössere Teil aus im südlichen Teil der Hoofden selbst zwischen Ende November und Anfang Januar freigewordener Brut stammt. Ausserdem wird der Hoofden-Bestand zu Beginn des Jahres in wahrscheinlich bedeutendem Masse verstärkt durch im Kanal geborene Brut. Denn da nach unseren Beobachtungen das Ausschlüpfen in den Hoofden selbst Anfang Januar beendet ist, müsste man hier jetzt das Häufigkeitsmaximum erwarten. Dieses wurde aber erst im Februar gefunden. Inzwischen muss sich also eine Auffüllung des Bestandes mit jungen Larven vollziehen, die kaum anderswoher als aus dem Kanal erfolgen kann, da andere Laichplätze in den Hoofden nicht gefunden wurden und kein neuer Zuzug von Larvenmengen von Norden kommt. Der Kern der Verbreitung mit den grössten Häufigkeitszahlen liegt im Januar und Februar über dem Südostrand der »Tiefen Rinne« und östlich davon. Möglicherweise wird der Häufigkeitskern hier lange festgehalten infolge Tiden, Windströmungen und vielleicht auch Wirbelbildungen des Wassers, die übrigens auch zur Verstärkung der Anhäufungen führen mögen; jedoch verschiebt er sich von Januar bis März nordwärts und nordostwärts. Im März ist eine starke Abnahme der Häufigkeit zu verzeichnen.

Da nach den geschilderten Verbreitungsverhältnissen die junge Brut — in mehr oder minder hohem Masse überall — von den Laichplätzen durch die Strömungen fortgeführt wird, so darf man annehmen, dass die nahe an einem Laichplatz gelegenen Küstenstriche nicht so sehr von diesem als von anderen, mehr oder weniger weit entfernten Laichplätzen mit alten Larven oder jungen Silberfischchen versorgt werden. Von dem grossen in den Hoofden angesammelten Larvenbestand gemischter Herkunft wird ein erheblicher Teil mit der Kanalströmung während der Monate Januar bis März nordostwärts gegen die westfriesischen Inseln und in die Deutsche Bucht entführt. Von dem Transport werden die jeweils vorhandenen jüngsten Larven besonders stark berührt.

Der östlich von etwa 3°0 gelegene Teil der Nordsee, in welchem anscheinend nur unbedeutende Laichplätze vorhanden sind, wird im Winter fast ganz durch aus den westlichen Regionen kommende Brut versorgt. Sie wird herangeführt in 2 Hauptzugstrassen a) durch die nordwestliche Strömung, enthaltend Teile der in der oben genannten 1. Region und die in der 2. Region geborene Brut, b) durch den Kanalstrom mit einer zum kleineren Teil aus der 1. Region, zum grösseren aus der 3. Region bestehenden Bevölkerung.

Die nördliche Zugstrasse erstreckt sich im Januar und Februar in breiter Aus-

dehnung über die »Austerngründe« hinweg mit der nordwestlichen Strömung, die südlich vom Dogger ostwärts, dann — jetzt aber larvenarm — nordostwärts und nordwärts zieht. Zwischen dem Dogger und der nördlichen Oeffnung der Hoofden kommt sie mit dem Kanalstrom in Berührung, und vor den westfriesischen Inseln vereinigen sich die beiden Hauptzugstrassen der Larven, die nun gemeinschaftlich die südöstliche Nordsee bevölkern. Die beiden Bevölkerungen vermischen sich teils passiv durch Wirbelbildungen (Böhnecke) zwischen den beiden Strömungen und durch andere Mischungsvorgängen des Wassers, teils vermutlich aktiv infolge eines auf die Küste zu gerichteten Wandertriebes. Das Gros der Larven der nördlichen Strasse gerät mehr und mehr unter den Einfluss des hier oft machtvollen Kanalstromes. Von Januar bis März ist die ganze Deutsche Bucht zwischen Borkumriff und Hornsriff nebst anschliessenden Teilen des Austerngrundes und der Südlichen Schlickbank mit Larven erfüllt. Der Zug setzt sich, der längs der 40 m-Linie nördlich streichenden Strömung folgend, draussen vor der jütischen Küste fort. Doch wird er hier quantitativ ärmer, weil sich ihm je weiter nordwärts um so mehr »gross« gewordene Larven durch Abwanderung an die Küste entzogen haben. Seine Ausläufer lassen sich aber noch über der Jütlandbank erkennen, wo die Mehrzahl der Larven ins südliche Skagerrak abbiegt, während geringe Spuren auch nach Nordwesten gegen die Grosse Fischerbank weisen. Also auch hier wieder grosse Uebereinstimmung mit den bekannten Strömungsverhältnissen.

In der südöstlichen Nordsee, wo die Zusammensetzung der Bevölkerung noch durch das Vorkommen der oben erwähnten mässigen Mengen junger Larven unsicherer Herkunft kompliziert wird, sind bei unseren gegenwärtigen Kenntnissen die Bestandteile bezüglich ihrer Herkunft oft nicht zu unterscheiden. Der Zug geht nicht gleichmässig ununterbrochen vorwärts, sondern wird durch Tiden, Windströmungen, grosse und kleine Stromwirbel aufgehalten, und die Larven werden in starkem Masse vermischt; denn wie sie ganz zweifellos in ihrer grossen Zugrichtung von der Strömung abhängig sind, werden sie auch von den kleineren Wasserbewegungen mitgetragen. Die von Nordwesten stammenden treffen als erste an der Küste ein. Sie erreichen anscheinend nördlichere Gegenden als die aus den Hoofden stammenden. Im Mischgebiet lassen sie ihre Anwesenheit meistens in den Messungsreihen erkennen als besonderer Bestandteil grösserer und demgemäss älterer Larven, besonders deutlich in Gegenden, wo der Einfluss des nordwestlichen Wassers besonders stark gegen die Küste vordringt (z. B. querab Vlieland; vor der Deutschen Bucht in der Richtung etwa auf den Winkel der 40 m-Linie). Nach Johansen's Rassenuntersuchungen scheint ein grosser Teil der Jungheringe vor der jütischen Westküste vom Dogger zu stammen, ferner hat er gefunden, dass auch die Bohuslän-Heringe dieselben sind wie die Doggerbank-Heringe. Ob auch die aus den Hoofden stammenden Larven und jungen Silberfischchen bis zur jütischen Küste gelangen, muss noch zweifelhaft bleiben. Die Beobachtungen bei Helgoland ergaben zwischen Dezember und April das Eintreffen von mindestens 3 Schüben oder Wellen »mittlerer« bis »grosser« Larven. Davon ist die letzte, Ende März—Anfang April erscheinende sehr grosse Welle m. E. die aus den Hoofden stammende Brut, und dies steht ganz im Einklang mit der Ansicht von Wallace aus seiner Untersuchung des im April 1922 gewonnenen Materials.

Mit fortschreitender Jahreszeit findet man alte Larven immer zahlreicher nahe der Küste, und im März und April sind sie vorzugsweise in schwachsalzigen Gewässern wie Flussmündungen u. dgl. angesammelt. Es sind Anzeichen vorhanden (z. B. März und April an der deutschen und dänischen Küste), dass sich zahlreiche alte Larven und Uebergangsstadien entlang der Küste nordwärts bewegen.

Gelegentlich wurden auch ausserhalb der allgemeinen Zugstrasse alte Larven gefangen, die möglicherweise seewärts statt küstenwärts abwandern, doch dürfte ihre Zahl unbedeutend sein.

Summary.

The present paper is a preliminary report on the distribution and quantitative conditions of the herring larvae in the months of November to April, based on the available material now being worked up of larvae taken on German cruises in the North Sea, consideration also being taken of the data so far published of Dutch and Danish observers.

1) Spawning places. The capture of larvae still with yolk-sac attached indicated the following as spawning places (or the immediate neighbourhood thereof):—

a) southernmost part of the Hoofden (first half of December),
b) Kattegat between Læsø and the Skaw (March and April),
c) Norwegian coast between Bergen and Stavanger (April),
d) north of the Viking Bank (April).

The capture of larvae (without yolk-sac) about 8—9 mm. long suggested the vicinity of spawning places in the following cases:—

e) English coast off the Humber and off Cromer (November),
f) Neighbourhood of the Oyster Bank off the German Bight (January and perhaps later also),
g) Neighbourhood of the Jutland Bank (January and end of April),
h) Kattegat Channel (February),
i) off Stavanger (end of February and beginning of March).

Thus, in the southern North Sea, apart from the spawning places in the western part (see p. 105) already known through previous investigations, but few places were found in the eastern part (E. of 3°) where the presence of very young larvae indicated the vicinity of spawning grounds, namely, f and g. Outside the German Bight "tiny" larvae (lowest sizes in January 8 mm., February 10 mm., March 11 mm.) were found in the proximity of the 40 m. line in the first months of the year; owing to their small size these could not have come either from the Hoofden or from the known spawning in October south-west of the Dogger, which, however, as well as the stony grounds lying south and south-west from there, have been but little studied as yet, so far as the larvae are concerned. As the yolk-sac had already been absorbed in all cases, their origin remains an open question. In the vicinity of the Jutland Bank the "tiny" fry were found by us in January, by Johansen in April. As the numbers in all the cases mentioned were not considerable (late spawning by small shoals migrating through the south-eastern North

Sea?) it would appear, as JOHANSEN also maintains, that the main stock of the larvae and young herring of the south-eastern North Sea comes from the western spawning grounds (cf. Section 3).

2) Number of larvae. By far the greatest quantities were taken in the Hoofden. The highest numbers per square metre (total catch; 3 vertical hauls with the Hensen egg-net) for the various places were the following:—

English coast in November off the Humber 13, off Cromer 48.
Hoofden (Channel Sea) in December 47 and 84 (southern part); January 105 and 162; February 264 and 377; March 46 (Hinder), 57 (Bree Vertien).
German Bight in January 29, February 42.
Mouth of the Sheldt in April 8 (only old larvae), Ems (do.) 25.
The Skaw in March 8, Kattegat Channel in February 26.
Off Stavanger 1st of March 15, between Bergen and Stavanger April 42, north of the Viking Bank in April 11.
From the Dogger quantitative hauls are wanting.

3) Distribution. From February to April the central, north-western and the northern parts of the North Sea — apart from the little investigated territorial zone — are devoid of herring larvae or but sparsely populated by them. Investigations in these regions are wanting for the previous months.

In the south-western North Sea we can distinguish 3 main regions as starting points from which the distribution proceeds in the direction of the prevailing currents, although the older larvae also show a movement towards the coast.

The starting points are: 1) the spawning places between Northumberland and Norfolk along the coast and at no great distance from it. 2) the spawning grounds of the south-west Dogger. 3) the southern Hoofden (Channel Sea).

From the first region, which also receives increments from the Scottish coast, the fry are distributed in two directions by means of the current coming from the north-west. One part tends along the coast and many larvae here cover great distances apparently; for example, in December we found larvae of ca. 30 mm. in the Deep Channel and in the middle of January others up to 43 mm. off Orford Ness, which could hardly have been hatched out farther south than about the Longstone. This part changes into young herring chiefly on the English coast. The other part tends south-east and easterly; hitherto it has only been found south of the south-west Dogger, in the direction towards the German Bight and the West Friesian Islands.

From the second region (S.W. Dogger) the fry along with some from the first region tend in an easterly to south-easterly direction, whilst so far there has been no indication of a movement from the Dogger in a southerly or western direction.

The third region (the Hoofden) receives from November to January the above-mentioned increment from the first region and especially so probably in November and December, from the spawning places lying off the Wash, from which the larvae wander partly south-eastwards at any rate and farther out eastwards and north-eastwards

with the Channel Current penetrating into the south-eastern North Sea. In December and January we found in the Hoofden a mixture of larvae, the older but smaller component of which came from the north west, whilst the younger but larger part has been derived from the fry born in the southern part of the Hoofden itself between the end of November and beginning of January. In addition, the Hoofden stock at the beginning of the year is increased to a considerable extent probably by fry from the Channel. Since, according to our observations, hatching of the fry is over in the Hoofden itself by the beginning of January, one would expect the maximum frequency to be at this period. It was not found, however, until February. Between times therefore a replenishment of the stock with young larvae must take place and this can hardly come from anywhere else but the Channel, as other spawning places were not found in the Hoofden and no further increment of larvae comes from the north. The centre of distribution with the greatest frequencies lies in January and February over the south-east corner of the Deep Channel and to the east of there. Possibly the frequency centre persists here for a long time owing to tides, winds and perhaps also whirlpool movements of the water, which may also add to the accumulations; nevertheless, the centre moves north and north-eastwards from January to March. In March a great decrease takes place in the frequency.

According to the conditions of the distribution outlined, the young fry is carried by the currents — more or less everywhere — away from the spawning places, from which we may conclude that the coastal stretches are supplied with old larvae or young silvery fish not so much from the neighbouring spawning places as from others more or less distant. Of the large stock of larvae of mixed origin collected in the Hoofden a considerable portion is carried north-eastwards with the Channel Current during the months of January to March towards the West Friesian Islands and into the German Bight. The earliest larvae then present are specially affected by the transport.

The part of the North Sea lying east of about 3°0′, in which only inconsiderable spawning places occur apparently, is in winter almost entirely supplied by the fry coming from the western regions. They are brought in along two main lines: a) by the north-west current containing parts of the fry spawned in the above-mentioned first region and those spawned in the second region, b) by the Channel Current with a population arising in smaller part from the first region and in greater part from the third region.

The northern line of immigration has a broad spread in January and February out over the Oyster Ground, still entirely in the north-west current which south of the Dogger moves eastwards and then — but now with few larvae — north-eastwards and northwards. Between the Dogger and the northern opening of the Hoofden it comes into contact with the Channel Current, and the two main lines of immigration of the larvae, which now occupy in common the south-eastern North Sea, join together off the West Friesian Islands. The two populations mix together in part passively as a result of whirlpool formations (Böhnecke) between the two currents and other mixing processes of the water, partly in an active manner presumably in consequence of a tendency to move into the coast. The majority of the larvae of the northern line come more and more under the influence of the Channel Current, here often powerful. From January to March

the whole German Bight between Borkum Reef and Horns Reef as well as adjacent parts of the Oyster Ground and southern Clay Deep, is filled with larvae. The movement continues off the Jutland coast following the current which tends northwards along the 40 m. line. Here it is poorer quantitatively, however, as the larvae grow larger the farther north they go and thus leave it to wander into the coast. Its outposts, however, can still be detected over the Jutland Bank, where the majority of the larvae bend aside into the southern Skagerak, whilst small traces also appear north-westwards towards the Great Fisher Bank. Here again we see good agreement with the known condition of the currents.

In the south-eastern North Sea, where the composition of the stock is complicated by the occurrence of the above-mentioned moderate quantity of young larvae of uncertain origin, the constituents can often not be separated as to their origin by our present knowledge. The movement does not proceed uniformly and unbroken; tides, winds and whirlpool currents cause it to break up and the larvae are thus greatly mixed. For just as they are undoubtedly dependent upon the current in their main direction of movement, they are also carried away by the lesser water movements. Those coming from the north-west are the first to appear on the coast. They reach more northerly localities apparently than those coming from the Hoofden. In the mixed region they are mostly discernible in the measurement series as a special ingredient of the older and thus larger larvae, especially at places where the influence of the north-western water is strongly marked towards the coast (e.g. off Vlieland; off the German Bight about the angle of the 40 m. line). According to Johansen's race-investigations a large portion of the young herring off the west coast of Jutland comes from the Dogger; further, he has found that the Bohuslän herring are also the same as the Dogger herring. Whether the larvae and young silver herring from the Hoofden reach as far as the Jutland coast, must still remain doubtful. The observations at Heligoland indicated the occurrence between December and April of at least three waves of "medium" to "large" larvae. The last and very large wave occurring at the end of March and beginning of April includes very likely the fry coming from the Hoofden, and this agrees with the view of Wallace based on his study of the material obtained in April 1922.

As the year advances, we find the old larvae becoming more numerous near the coast, and in March and April they are mainly collected into the weakly saline waters like the mouths of rivers. There are indications (e.g. in March and April on the German and Danish coast) that numerous old larvae and transitional stages are moving northwards along the coast.

Old larvae are also occasionally taken outside the general lines of migration; these possibly move seawards instead of towards the coast, but their numbers are probably unimportant.

2. Haddock Biology (North Sea).

A brief Survey of recent Data, Methods and Results.[1])

By

Harold Thompson.

Scope of the Investigations.

A direct enquiry into the biology of the Haddock was commenced in 1922, and had at the close of 1927 covered a period of six years. During this time a classification of the typical Haddock grounds was worked out and means were devised for attempting to keep in intelligent touch with the chief events in the fisheries. In the pages which follow there is given the first published summary of the scope and trend of the work, of which a detailed account, with full data, will in due course appear. It must be emphasised that only such extracts from the data are given here as are necessary for the illustration of the argument.

The work has been planned on the concentric principle, the ideal being to keep continually in touch with events over the whole area and to fill in local details as opportunity occurred. Repeated sampling of the haddock stock over most of the typical regions of its distribution was thus entailed. From the subsequent treatment of the samples so obtained it became clear that most information was obtainable when the age-class composition of the shoals was determinable, whereupon it was possible to follow to some extent the history of each annual brood in the following details:—

a) Its numerical strength and the changes in the chief zones of distribution throughout life.
b) Its rate of growth in naturally differing regions of the sea.

From a) much may be learnt concerning the major migrations of the Haddock as well as the rate at which broods decrease in numbers until they cease to benefit the fisheries, and from a) and b) a fair conception formed of the process of recuperation of the stock.

The Otter Trawl as a Sampling Instrument yielding Consistent Results.

Different instruments (trawl, seine net, lines) operated at one time and place give, from the capture of Haddock made, somewhat different ideas of the composition of the stock. Of the three the trawl alone (when covered with an auxiliary small mesh net) takes a sample of fish from smallest to largest. In addition it is the chief source of the commercial data with which it is desirable to keep in touch. From the scientific aspect it is found to operate very consistently (Table A). It is not claimed that the trawl

[1]) Being the abstract of a paper communicated at the meeting of the North Sea Committee of the International Council for the Exploration of the Sea. Copenhagen June 1928.

brings up a sample which is precisely representative of the shoal, but that it gives a picture of the shoal which is of constructive value when compared with the picture given of a shoal in other seasons or regions (Table B). Table A shows that, at one time and place,

Table A. Catch of Haddock per haul of one hour in 10 consecutive hauls at a point 9 miles east of Aberdeen. Depth 105 metres.

Gear — 60′ commercial Otter Trawl, with fine mesh covering to cod-end.

Date—February 1926	17th	17th	18th	18th	18th	22nd	22nd	24th	24th	24th
Size of Fish:										
15 centimetres.	..	..	1	1	..	..	..	..	2	..
16 —	2	..	4	..	1	1	2	1	3	..
17 —	5	2	7	7	2	6	7	3	5	..
18 —	8	3	13	11	6	26	8	8	9	3
19 —	18	10	14	20	7	22	11	6	7	2
20 —	10	10	10	17	14	24	14	7	8	2
21 —	27	19	31	33	24	49	23	32	22	15
22 —	67	48	50	73	50	81	44	53	51	38
23 —	76	36	63	78	44	78	51	53	37	43
24 —	50	35	30	40	20	45	33	30	23	38
25 —	28	17	15	25	20	31	21	27	19	27
26 —	33	24	23	25	21	36	12	25	15	20
27 —	32	27	21	22	18	23	16	20	13	14
28 —	35	32	17	21	14	25	8	19	11	15
29 —	21	14	13	17	9	11	8	12	11	7
30 —	13	8	10	11	5	11	6	10	8	10
31 —	10	12	7	7	7	6	6	7	6	6
32 —	8	9	3	6	5	6	3	3	4	5
33 —	4	5	5	5	2	2	3	1	5	4
34 —	3	5	4	3	2	2	1	2	1	2
35 —	2	5	2	2	1	2	2	4	2	3
36 —	2	2	..	1	1	2	1	1	2	1
37 —	2	4	2	1	1	1	..	2	2	..
38 —	1	3	1	..	..	1	..	2	..	1
39 —	..	1	1	1	..	2	1	..	1	1
40 —	2	..	..	..	2	..	..	1	2	..
41 —	..	..	..	1	..	2	..	..	..	..
42 —	..	..	..	..	..	1	..	2	1	..
43 —	2	..	..	..	..	1	..	1	1	..
44 —	1	1	1	..	..	..	1	..	..	..
45 —	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..
46 —	..	..	1	..	..	1	..	..	..	..
47 —	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
48 —	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..
49 — ..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
50 —	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..
Totals Caught.....	462	332	349	429	277	498	283	332	271	257

Average Catch = *349*.

Greatest Deviation from Average = + 43 per cent. and — 27 per cent.

Area (Columns I, II—III, IV) on composition of Catch.

Sizes of Haddock in centimetres; Catches per 10 hours' fishing; * Vigneron-Dahl Gear.

Area **E** (of fast growth) — I. Numbers caught Dec. 1924

Square	F7	G6	G7	H6	Totals	
Size 14	Mean Sizes of Broods in					
15	December over the whole					
16	of Area **E**:—					
17	Second Year	29.0 cms.				
18	Third —	35.5 —				
19	Fourth —	40.2 —				
20	Fifth —	44.6 —				
21	3	..	..	..	3	
22	..	3	..	..	3	
23	3	1	..	..	4	
24	16	4	1	3	24	
25	51	12	10	7	80	1923 Brood (Second year)
26	119	23	29	10	181	
27	174	77	59	40	350	
28	394	179	75	53	701	
29	452	277	143	140	1012	
30	741	365	147	173	*1426*	
31	609	408	124	153	1294	
32	463	320	122	160	1065	
33	312	193	61	120	686	
34	168	103	48	43	362	
35	81	43	23	30	177	
36	4	15	5	..	24	1922
37	9	5	1	10	25	Brood
38	4	4	..	..	8	
39	4	2	1	7	14	
40	6	..	2	20	28	1921
41	..	3	..	7	10	Brood
42	7	4	11	..	22	
43	..	7	..	7	14	
44	7	4	4	7	22	
45	4	3	5	7	19	1920
46	..	7	5	..	12	Brood
47	4	3	4	7	18	
48	4	4	1	20	29	
49	3	4	5	10	22	
50	4	4	5	20	33	
51	12	2	11	10	35	
52	..	3	5	7	15	
53	..	2	4	3	9	
54	12	1	1	3	17	
55	..	2	1	..	3	
Over 55	16	2	7	3	28	

Column I

II. Numbers caught Dec. 1925

G7	H6	H7	H7	J7	J7	J8	Totals	
..	..	*	..	*	..	*	..	
..	..	..	..	..	..	..	..	
..	..	..	..	..	..	..	..	
..	..	..	..	..	..	..	..	
..	..	..	..	..	..	..	..	
..	..	..	..	..	..	..	..	
..	..	..	..	..	..	..	..	
..	..	..	..	..	..	..	..	
..	..	..	..	..	..	..	..	
5	..	..	..	9	..	..	14	1924 Brood
14	..	..	11	16	8	13	62	
25	11	93	26	67	27	13	262	
81	60	467	86	154	23	35	906	
124	49	327	169	270	45	96	*1080*	
152	49	280	217	216	52	72	*1038*	
147	100	280	157	207	50	48	989	
143	60	233	123	148	75	24	826	
101	31	93	157	157	61	37	637	
138	20	93	146	251	89	96	833	1923 Brood (Third year)
224	..	420	217	272	70	59	1262	
265	29	233	97	361	150	72	*1207*	
278	69	420	134	377	137	83	1498	
245	40	233	280	218	129	96	1241	
216	40	187	134	235	79	83	974	
205	60	93	97	165	67	48	735	
159	60	233	134	107	4	13	710	
76	29	47	86	45	12	24	319	
43	11	47	74	48	20	..	244	
58	11	47	12	18	11	..	157	
19	11	47	49	23	4	..	153	
20	..	..	11	23	9	24	87	
14	..	..	..	2	..	13	29	
22	..	..	37	13	8	..	80	
7	..	..	..	..	..	..	7	
10	..	47	..	..	10	..	67	
6	..	..	..	..	..	..	6	
..	..	..	..	2	..	..	2	
5	..	..	..	..	..	..	5	
6	..	..	..	..	..	..	6	
11	..	..	..	..	..	..	11	

Column II

Area **c** (of slow growth) — III. Numbers caught Dec. 1924

E10	E11	E11	E12	E12	Totals	
..	4	*	7	*	11	
..	15	6	15	..	36	
..	30	6	17	..	53	
..	52	..	16	..	*68*	1924
..	38	..	1	..	39	Brood
..	47	65	27	70	209	
65	109	286	140	301	901	
265	443	975	418	1019	3120	1923
621	808	1360	538	1530	*4857*	Brood
792	679	548	308	772	3099	(2nd
623	399	151	133	221	1527	Year)
229	131	18	38	38	454	
73	74	52	20	107	326	
77	76	65	23	232	*473*	
73	66	28	36	159	362	
132	102	151	58	263	*706*	
51	102	28	41	122	344	
85	81	52	31	104	*353*	
69	113	46	36	92	356	
29	48	28	12	35	152	
36	40	..	14	17	107	
11	10	6	6	8	41	
10	20	..	2	9	41	
12	5	..	2	..	19	
..	5	..	1	..	6	
3	3	..	1	..	7	
3	..	..	1	1	5	
..	4	..	1	6	11	
..	5	6	..	..	11	
..	4	..	..	..	4	
..	1	..	..	..	1	
..	..	..	..	..	..	
..	..	..	..	..	..	
..	..	..	..	..	..	
..	..	..	..	..	..	
..	..	..	..	4	4	
..	..	..	..	..	..	
..	..	..	..	..	..	
..	..	..	..	..	..	
..	..	..	..	..	..	
..	..	..	..	..	..	

Column III

IV. Numbers caught Dec.1925

E10	E11	E12	Totals	
*	*	*	..	
..	..	..	..	
..	..	..	..	
..	..	..	..	
..	..	2	2	
..	2	4	6	
7	11	18	36	
2	79	66	147	
28	206	169	403	1924
88	463	386	937	Brood
127	944	831	1902	
242	1230	764	*2236*	1923
342	1197	850	*2389*	Brood
329	782	564	1675	(3rd
312	399	262	973	Year)
273	360	275	908	
150	216	141	507	
83	182	141	406	
65	135	146	346	
31	73	61	165	
23	62	38	123	
19	37	17	73	
17	22	25	64	
9	7	8	24	
5	4	13	22	
5	2	6	13	
13	1	..	14	
6	1	3	10	
3	..	..	3	
8	..	..	8	
4	..	..	4	
3	..	..	3	
..	..	..	..	

Mean Sizes of Broods in December over the whole of Area **c**:—

First	Year:	17.0 cms.
Second	—	23.4 —
Third	—	26.9 —
Fourth	—	29.2 —
Fifth	—	30.3 —
Sixth	—	33.0 —

Column IV

The location of the squares mentioned in this table may be determined by reference to Fig. 1.

Model sizes of well-represented broods given in italics.

the selective action of the trawl remains for all practical purposes constant. Table B further shows that radical alterations of the sizes and numbers of Haddock captured by the trawl are not due to its own lack of efficiency, but are occasioned chiefly by two factors — the relative proportions of the age groups present on the grounds

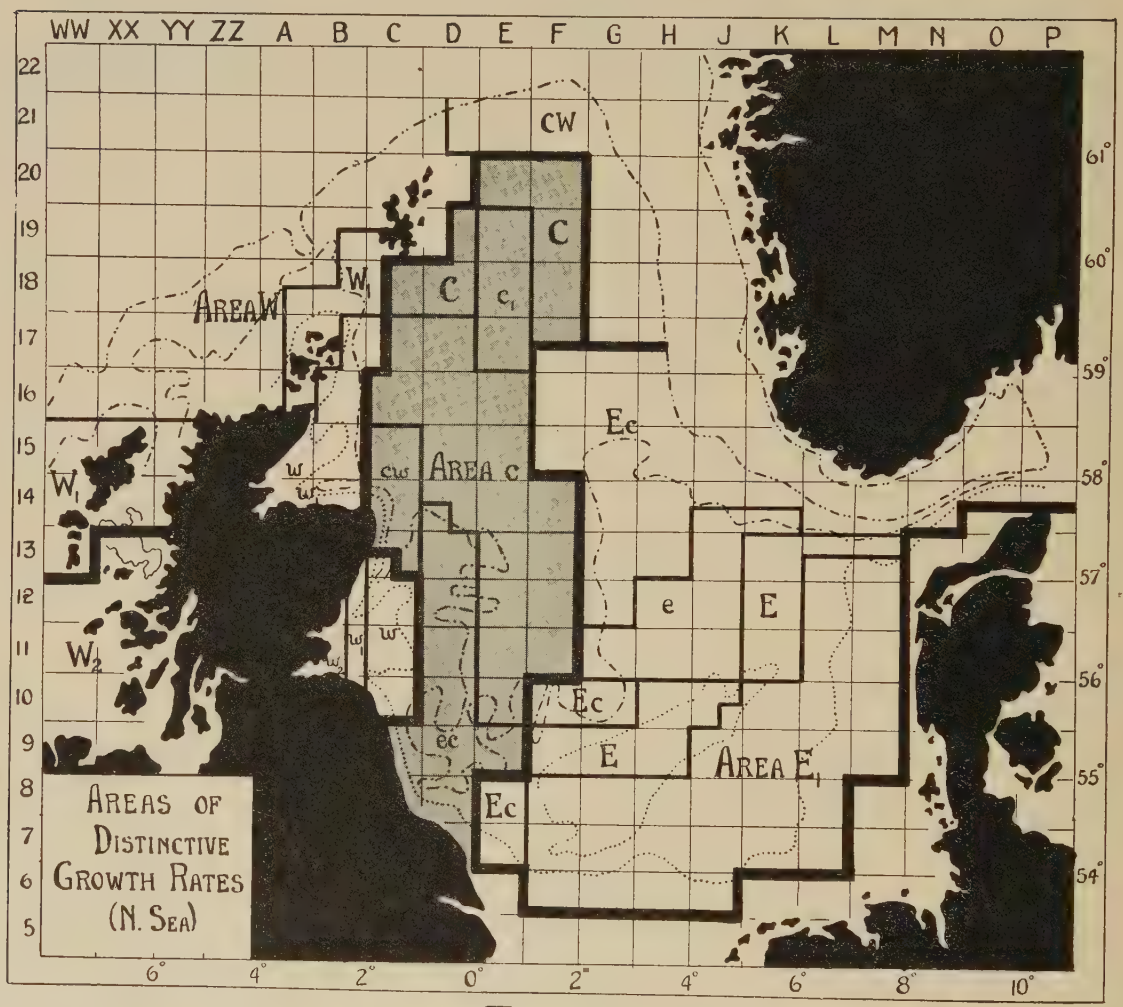


FIG. 1

and the natural conditions of the localities of the grounds themselves. Each of columns I—IV taken alone repeats the features shown by Table A and all illustrate the fact that anywhere within a naturally "homogeneous" area — that is one of fairly uniform depth and temperature — and at a given season of the year, a set of comparable trawl catches can be made. But if the samples are taken in different years (cf. Cols. I and II with Cols. III and IV) or in areas differing from each other in natural conditions

(cf. Col. I with III and Col. II with IV) the frequency distributions disclosed are, even by superficial examination, seen to be fundamentally altered. This is due to the fact that in different years (1924 and 1925) the age classes were present in different proportions and that in different localities (Areas **E** and **c** as shown in Fig. 1) members of one and the same brood grow at different rates.

The Analysis of Trawl Data.

From a series of tables (such as those shown) covering at the various seasons of the year all or most of the typical Haddock regions it is desirable to form some conclusions on the productivity of the annual broods and their regional growth rates. In the first place the size-frequency distributions must be split up into a set of component distributions each appertaining to a particular year brood. In areas where growth is rapid the size distributions of fish of the first, second and even third year are easily recognised and the figures pertaining to one are separable from the others. Thus in Table B, Col. I, there are no fish of the first year, but those of the second year range in size from 21 cms. to about 35 cms. It is only necessary to examine scales from fish of sizes from about 34 to 37 cms. in order to determine in what ratios to distribute the figures between the plentiful 1923 brood (2nd year) and the scarce 1922 brood (3rd year). But from the size of 36 cms. upwards, since the age groups overlap in size, it is necessary to take scales from most of the fish caught in order to determine the correct age-frequency distributions. An inspection of the figures in Col. II reveals two numerous broods — those of the second and third years — overlapping at a size of 34 cms. Scales must be examined about the point of overlap (say 32—36 cms.) in this case. In an area of slow growth there is much more size overlapping between even the young year classes. Thus in Col. III we may still discern modal sizes (italics) indicating the presence of broods of different age, and fish of the first year may be separated from those of the second by examining a sample of scales from fish of from 17 to 20 cms. in size. Thereafter up to a size of about 24 cms. all are of one age (1923 brood), but upwards of this size scales must again be reverted to for exact age determination. In Col. IV (same area, a year later) the figures are entirely confused and can be allotted to age groups only by extensive scale examination at all sizes. Inset in Table B, and useful as a guide, are shown the mean sizes normally reached by haddock in December in Areas **E** and **c** respectively. These were determined exclusively from scale examination of great numbers of fish. In Table C the method of age analysis is shown in practice. For part I of the table it was necessary to take scales from the entire catch since in this particular area fish of the first two years of life are often absent, while the older fish are to a large extent a mixture of immigrants from other areas differing among themselves in characteristic rate of growth. Considerable size-overlap therefore results. In part 2 a sample from the eastern area is age-analysed and the sizes from which it was thought necessary to take scales are indicated. Overlap in this case begins at 24 cms. so that scales need not have been taken below this size save as a matter of precaution. Generally speaking the lower sizes of haddock are by far the most numerous and only a proportion of them can or need in

Table C.

I. 7th May 1927. Haul No. 872. *Western Area* (Sule Skerry). Square XX 17[d]. 70 metres' depth. *All scaled.*

Sizes in centimetres	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	Total
Numbers Caught, 1 hrs' fishing	1	2	12	18	17	27	44	57	80	86	92	77	68	44	28	28	15	6	7	9	6	5	1	2	1	2	1	3	1	1	741

Analysis of Catch into Age Classes:—

First Year Haddock (1927 Brood) and Second Year Haddock (1926 Brood) — Nil.

																															Total	Mean size
Third -	—	(1925	—)	1	2	10	13	8	5	4	1	2	1	2	1																50	27.1
Fourth -	—	(1924	—)			2	5	9	19	31	40	52	48	45	25	20	10	7	3			1			1						318	31.6
Fifth -	—	(1923	—)							3	8	16	26	37	43	50	44	30	17	18	7	2	3	2	1	1					308	34.0
Sixth -	—	(1922	—)								1				1		1	1		1	2			1	1						9	37.1
Seventh-	—	(1921 | —)											1	1	3	3	3	3	2	3	1	2	1		1	1			1	1	27	39.0
Eighth -	—	(1920 | —)															1	3	4	1	2	3	3	3	1	1		2	1	3	28	42.9
Ninth -	—	(1919 | —)																				1									1	..

II. 7th September 1926. Haul No. 816. *Eastern Area* (Fisher Bank). Square H 14[a]. 72 metres' depth. *163 out of 486 scaled.*

Sizes in centimetres	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	Total
Numbers Caught, 1 hrs' fishing	1	7	52	61	40	12	2	7	32	39	59	24	20	11	23	8	4	9	8	5	14	9	4	5	5	5	4	3	4	5	3	2	..	1	488

Analysis of Catch into Age Classes:—

																																		Total	Mean size
First Year (1926 Brood)	1	7	52	61	40	12	1																												174	15.0
								(4)	(4)	(17)	(11)	(8)	(3)	Fish actually scaled																						
Second - (1925 —)								1	7	32	39	59	24	17	5	2																			186	21.7
														(1)	(4)	(16)	(8)	(1)	(4)	(2)	(3)	(2)	(1)						(1)	Fish actually scaled					
Third - (1924 —)														3	6	21	8	2	4	2	3	2	1						1						53	27.3
Fourth - (1923 —)			(All scaled)															2	5	6	2	12	6	3	1	2		1	2					1	43	32.3
Fifth - (1922 —)			(- | —)																		1								2					3	..
Sixth - (1921 —)			(- | —)																			1	1	1	2				1					6	..
Seventh- (1920 —)			(- | —)																		1		3	2	3	2	1	2	2	1	2			19	38.2
Eighth - (1919 —)			(- | —)																								2		2					4	..

practice be scale-sampled. But from all of the fewer specimens of the larger sizes it is possible and essential to take scales, especially since the age groups overlap so much in size.

The information to be derived from the analysis of each trawl haul sample, as in Table C, consists chiefly of two items:—

A) The mean sizes of haddock of each age group caught in unit time of fishing (10 hours is a convenient unit) at a certain time and locality.
B) The numbers of such age groups caught in unit of time.

A. Growth Rate Variations: Sub-division of North Sea into Typical Regions.

In the course of a year several hundreds of such trawl hauls, taken so as to cover each of the typical regions several times per month, must be taken. The more often a region is sampled the better, since possible errors of sampling are smoothed out in the combined results. To make such frequent sampling possible it is necessary to reduce the number of typical areas to the least possible number. This has been done by comparing the resultant growth rates revealed for each area unit (the small squares in Fig. 1), such rates having been found by the careful combination of the mean sizes obtained under heading A above. Thus first of all each square is treated separately for each age group for each month of the year, the several mean sizes from the various trawl hauls being weighted according to the number of fish (per 10 hours' fishing) to which they refer, and resultant mean sizes calculated. By plotting out these monthly resultants for each age group we obtain the growth rate curve for the type of haddock caught in each square. Now if we compare these growth rates in order to group like square with like we find:—

1 (Fig. 2). Two clearly cut types of growth existing for haddock of the first year — northern and southern, roughly demarcated by the 100 m. depth contour. The northern type occurs in the deeper portion of the North Sea and also to the north-west and west of Scotland and at Faroe and Iceland. The southern type is found in the somewhat shallower waters of the mid and southern North Sea, and is distinguished by the fact that at the end of the first year it has outgrown the northern type by fully 1.5 cms. in length (17.8 cms. is the mean size attained as against 16.1 cms.). The existing evidence points to the probability that the southern type is (through southerly drift in the fry stage) chiefly the product of the spawning grounds north of the 100 metre line and that it is more or less replaced by a drift of fry arising from the spawning grounds to the west of the Orkneys and Shetlands and giving rise to the northern type. These north-western spawning grounds are notable in that although extensive spawning takes place few first or even second year haddock are to be found on or near them, so that an easterly drift in the fry stage may possibly occur.

2 (Fig. 1). That from the second to the fourth years of life there may be distinguished about sixteen types of growth curves. The conditions in the areas to which these appertain are to a large extent, though not altogether, governed by considerations of latitude and depth of water. During this period of life it is a general rule that haddock in more southerly or in shallower waters grow more quickly than those in northerly or

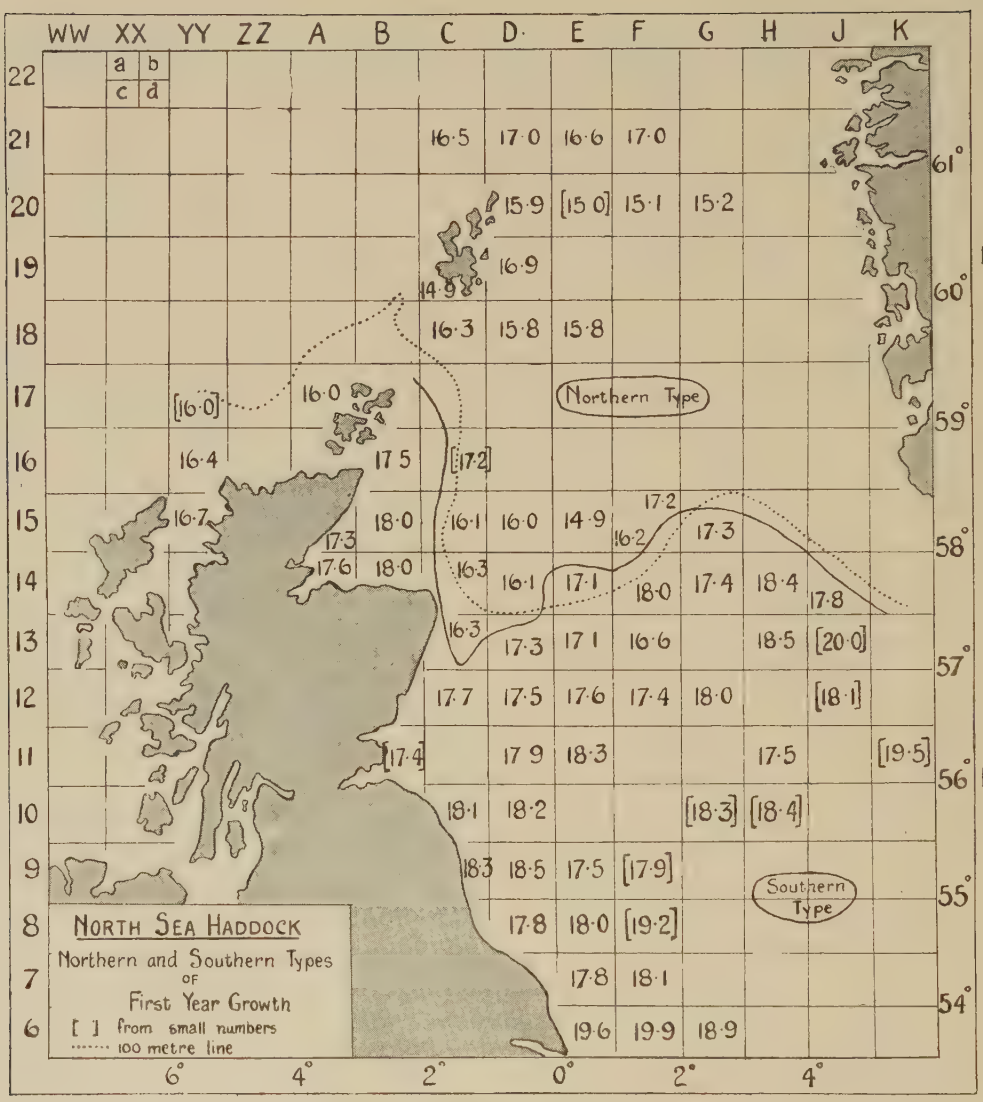


FIG. 2.

deeper waters. From the fifth year onwards however, the effect of considerable mixing (by migration to common spawning grounds) reduces these many types to three main types of growth (Fig. 3):—

Area **c** — the central basin, with the deepest and coldest water, a late summer, and a meagre food supply. New growth for the year is often delayed till September, so that in summer care must be taken, in scale-age determination, not to credit the current year with the previous year's growth and so underestimate age by one year. The northern portion of this area is essentially a spawning centre, the southern a nursery for the resulting young fish. This is the area of slowest growth.

Area **E** — the area of fastest growth for young haddock, and comprising the banks and shallows east and south of Area **c**. This is essentially a feeding ground.

Area **W** — that lying to the west and north of area **c**. This is an area both for spawning and feeding haddock. The younger fish have a rate of growth intermediate between the rates for areas **c** and **E**, but as time goes on they receive from the latter additions to their numbers in the form of immigrants. This is the best area for the growth of older North Sea haddock, of which it must be regarded as the home.

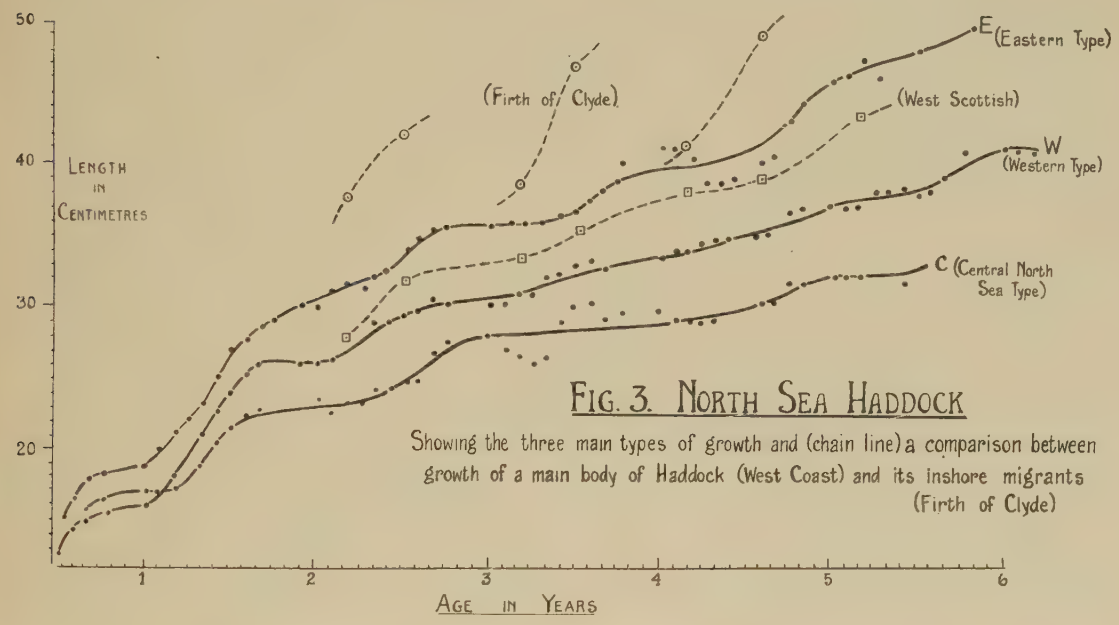


FIG. 3. NORTH SEA HADDOCK

Showing the three main types of growth and (chain line) a comparison between growth of a main body of Haddock (West Coast) and its inshore migrants (Firth of Clyde)

[Explanation of notation used in defining these chief areas and their sub-divisions in Fig. 1:—

The letters **c**, **E** and **W** are intended to indicate central, eastern and western areas respectively. Block capitals in general denote relatively fast growth, small type relatively slow growth. Within area **c** we have, in order of increasing growth rate, sub-areas $\mathbf{c} \rightarrow \mathbf{c}_1 \rightarrow \mathbf{C}$, the indices $-_1$ $-_2$ in that order being used where necessary as accessory indications of superior growth rate. On the west side we have the series $\mathbf{W} \rightarrow \mathbf{W}_1 \rightarrow \mathbf{W}_2$ and also, with a separate life in the immature stages off the east Scottish coast, the series $\mathbf{w} \rightarrow \mathbf{w}_1 \rightarrow \mathbf{w}_2$, the fish of this series gradually, after maturing, finding their way to the north-west to mingle with those of the previous series. Finally there is the eastern series $\mathbf{e} \rightarrow \mathbf{E} \rightarrow \mathbf{E}_1$. Areas on the borders between any two of these may exhibit the characteristics now of the one, now of the other — chiefly due to the movements of the fish. Thus in the region of the north of the Fisher Bank small haddock of the slow-growing type **c** predominate for most of the year, but in the spawning season are replaced by well-grown immigrants from area **E**. The joint notation **Ec** is therefore given to this area].

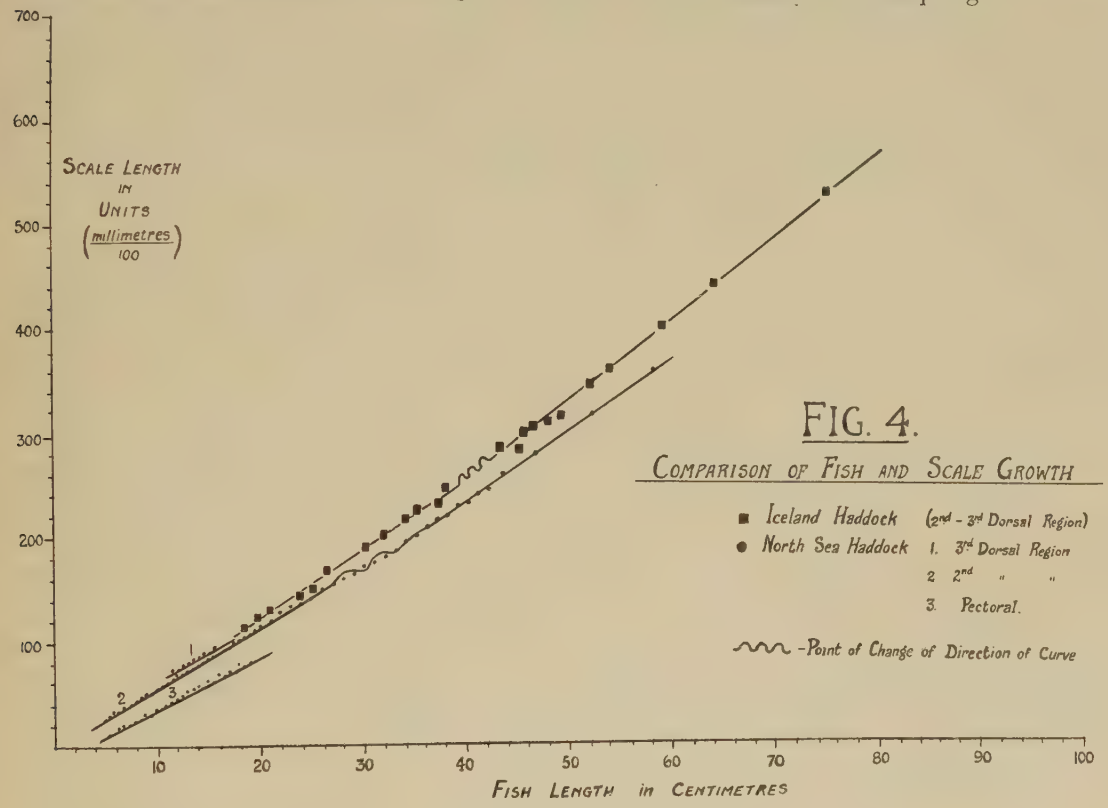
From Fig. 3 it will be seen that environmental conditions have a striking effect on growth rate. Thus haddock remaining in area c after the third year of life add but 2—3 cms. annually to their length. But those migrating out of this region to region W grow strongly up to the end of about the seventh year, after which senescence appears to set in, and the annual increment dwindles to a matter of 2—3 cms. Again, temporary summer immigrants from the western Scottish area to the Firth of Clyde grow very much faster than those remaining in the waters outside the Firth, just as haddock brought into the aquarium and fed well grow at nearly twice the normal rate of the parent shoal. It is established that in general the best feeding conditions occur in shallower rather than in deeper water and that female haddock, which grow slightly more rapidly than male, are usually more successful in seeking out the better feeding grounds. Again, the initial distribution of one new brood may not coincide with that of another and somewhat different growth rates may result. Thus the 1921 brood at Iceland was early in life mostly distributed to the north-west and north of the island where colder conditions prevail than in the south and west, which are normally colonised. As a result this brood suffered a retardation of the normal growth rate. Similarly in the North Sea the plentiful 1920 brood was not, as in the case of the 1923 brood, well distributed in early life over the body of the North Sea, but was rather restricted to the deeper water of area c. The result was a restricted growth rate during 1921 and 1922 — two years which were, in addition, very unproductive of new brood — and from these combined causes a sharp temporary depression in the haddock fisheries. This was relieved only when the plentiful and well distributed 1923 brood grew to marketable size. It is a point worthy of note that this very numerous brood had quite a normal rate of growth, and that scarcity of numbers — as in the case of the 1921—22 broods — is not a factor producing unusually good growth. This finding is unfavourable to any theory advocating the thinning out of shoals in the hope that the residual fish will, with less competition to face, grow more quickly than usually.

Indirect Method of determining Growth Rates.

It is occasionally valuable to make use of the measurements of haddock scales in order to determine rates of growth. This is the case when long intervals elapse between the taking of samples from outlying areas, when certain age groups are poorly represented in a sample, or when information is required as to the earlier history of an exceptional shoal. For example it is possible to trace for a time the subsequent movements of North Sea haddock of the northern or southern type of first year growth. Or, as in the case of the aforementioned 1921 brood at Iceland, one occasionally encounters shoals exhibiting a sufficient deviation from normal size (for a certain age) that an investigation into their growth rate, as likely to afford some indication of their life history, is called for. In such cases the rate of growth of a haddock may be calculated by the sub-division of the length of the fish, when captured, in proportion to the lengths of the annual increments of the scale. Various workers, including the present writer, have found that the use of this method yields results which are consistently low. On investigating the subject

we are inclined to suggest that the following are most probably the chief causes of the anomaly:—

1. The fact that, from the size of 14 cms. (smallest haddock size retained by the commercial trawl meshes) to the size of 24 cms. (largest size not retained) — that is for a period of about 18 months in the life history of the North Sea fish — the trawl is continually exacting a heavier toll of the better grown fish, leaving a disproportionately large number of the slower growing fish of the brood available for sampling.



Haddock escaping from the Trawl Meshes.

Sizes of fish in centimetres	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Percentage of Fish Escaping...	99½	95½	91½	88½	78	70	55	36½	18¼	6	2½	1½
Correct for Escapes by multiplying Numbers caught by ..	200	22	12	8.7	4.5	3.3	2.2	1.6	1.2	1.1	—	—

2. Scale and fish do not grow throughout life at the same relative rate. For a few months at the outset the scale grows relatively slowly, before attaining an apparently even rate of growth which persists until the fish matures, when a still faster rate is attained (Fig. 4). In the case of Iceland haddock which mature at a larger size than those of the

North Sea the second increase occurs at a greater size. Both these changes in relative growth rate of scale and fish tend to make the portion of the scale representing the adolescent life of the fish disproportionately small compared with the portion representing adult life. The exact relationship between growth of fish and scale really merits an intensive and exact enquiry in order that the theory of the subject may be more precisely formulated.

Both **1** and **2** act in the same direction, tending to give low calculated fish lengths for the adolescent stage. By using throughout scales taken from the flank of the latter half of the body of the fish it has been possible to prepare an empirical table of additions to be made to calculated sizes in order to make them reliable guides to actual sizes. These corrections range in size from $^1/_2$ to $3^1/_2$ cms. (North Sea) and from $^1/_2$ to $8^1/_2$ cms. (Iceland, Faroe), being largest where very large scales from old haddock are being used for calculating the size attained at the age of 1—2 years.

Comparative Growth Rates.

The following table of the growth rates of haddock in independent regions shows that the North Sea, although it is one of the most typical areas colonised by this fish, exhibits the slowest rate of growth.

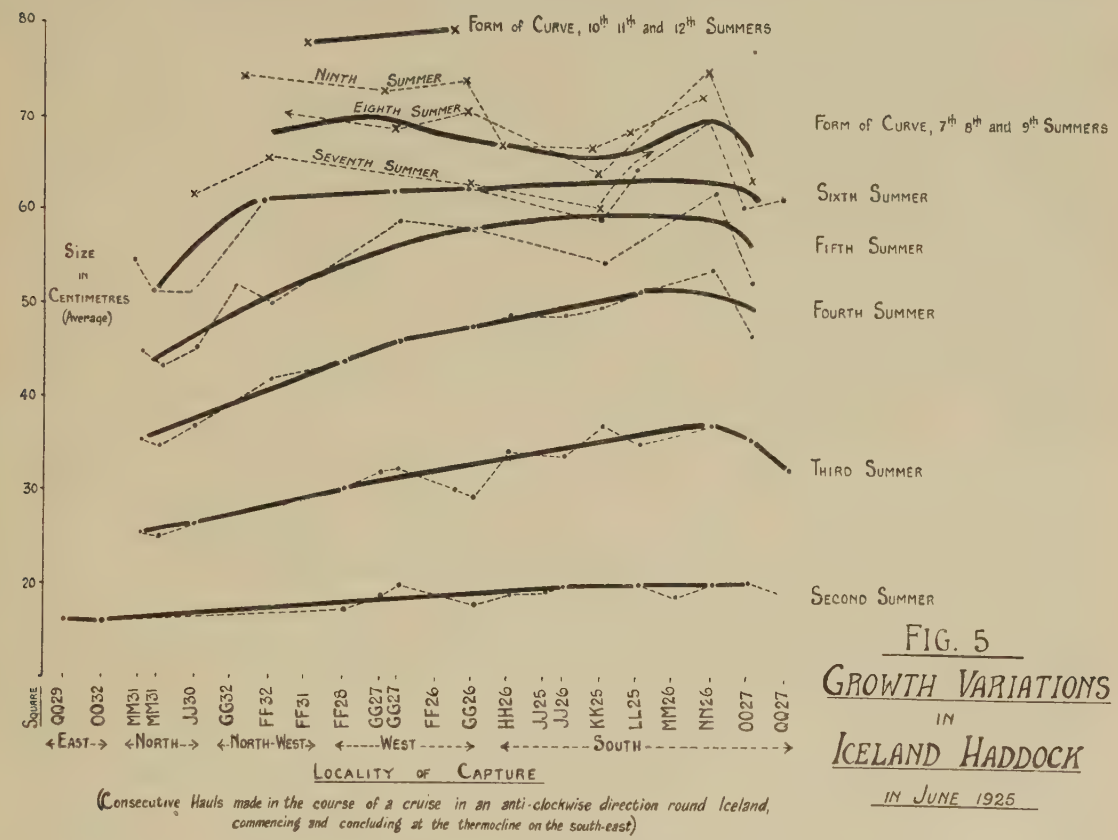
Resultant Growth Rates from all available Data.

Age	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. North Sea	17.1	24.5	29.5	33.5	37.0	41.0	..	..	..	..	..	..	..
2. West British and Rockall	18.5	28.5	36.2	40.5	45.0	49.5	54.0	..	..	..	..	..	..
3. Norway	18.1	29.4	36.6	44.5	51.2	54.7	58.3	63.0	68.0	71.2	73.0	74.4	75.0
4. Faroe	16.5	31.7	41.6	48.3	54.8	60.6	65.8	69.6	72.8	74.4	..	..	..
5. Iceland	16.5	30.6	39.7	47.9	55.1	60.4	64.0	68.8	72.0	75.5	77.6	79.2	82.0
6. Nantucket, U.S.A.[1])	18.5	35.6	46.8	54.6	58.1	..	..	..	..	..	..	..	..

[1]) Determined from too small a number of fish to yield conclusive results.

These resultants were arrived at by combining all the available mean monthly sizes, due allowance being made for the relative density of the shoals whose mean sizes were used and for the relative superficial area of the regions (e. g. **E**, **c** and **W** in the North Sea) which were combined. Curves of growth were plotted to the monthly mean sizes and the sizes at the ends of the various years read off. The results for the North Sea, Faroe and Iceland are based upon the most representative data but growth rates for the remaining regions require much further study, especially in the case of Norway and the United States. It will be noted that at Faroe and Iceland haddock grow at practically the same rate, as very similar conditions prevail in these regions. The study of Iceland haddock is especially informative, since within the compass of the shores of this island a rather extensive range of hydrographical conditions is encountered. Arctic currents influence the conditions on the north and east coasts and the Atlantic drift those on the

south and west coasts, which are the normal habitat of Iceland haddock. Certain broods, however, pass most of their adolescent years in the north and as a consequence grow at a rate much below the normal. There is a sharp thermocline at the meeting place of the two types of conditions at south-east Iceland, and if an anticlockwise circuit of the island be made, beginning and finishing at this point, and trawl samples of haddock be taken at fairly regular intervals, the mean sizes of the various age groups are found



(Consecutive Hauls made in the course of a cruise in an anti-clockwise direction round Iceland, commencing and concluding at the thermocline on the south-east)

FIG. 5
GROWTH VARIATIONS IN ICELAND HADDOCK IN JUNE 1925

to rise regularly to a peak, typifying optimum conditions for growth. This peak refers to haddock from the south coast, in the region of Ingolfs, this portion of the coast being that exposed to the direct onset of Atlantic drift (Fig. 5). From this point easterly to the thermocline again growth rate rapidly diminishes. An examination of the food contents of the stomachs of haddock on the north and south coasts respectively disclosed the fact that, for the same size of fish, the volume of food per stomach was four times greater in the southerly fish than in the northerly, and consisted chiefly of the highly nutrient sand-eel, whereas the northerly fish were feeding on the less nutrient brittle-stars and annelids. The shoals of the latter haddock advance each summer easterly along the north coast along with the annual influx of warmer water of temperature between 4°—5° C.

Further east in colder water there are practically no haddock, and it is suggested that this is a critical temperature below which normal metabolism becomes impossible.

Local Variations in the Number of the Growth Annuli (Sclerites) of the Scales.

There appears to be little variation in the numbers of the skeletal units — e. g. vertebrae — in haddock from what must now be regarded as regions having quite independent stocks. But concomitant with relative increase of growth rate, as between one area and another, there is in general a corresponding increase in the number of sclerites (skeletal annuli) in the annual zones of the scales. That there is not absolute agreement is due to the fact that the width of these sclerites is not constant.

Average Number of Sclerites formed each Year.

Years	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1. North Sea	22	15½	12	9	8½	8	7	7	6	..	..	Group 1.
2. Norway	19	14	13½	13	9	8	7	6½	6	..	..	
3. West British	26	19	16	13½	12	10½	10	..	..	..	..	Group 2.
4. Faroe	22	19	16½	14	11½	10	9½	7½	..	..	..	
5. Iceland	20½	20½	16	14½	14	14	14	11	10	6	4	
6. Nantucket	23	24	18	15	..	..	..	..	..	..	..	

In a general way it may be said that the impulse to form growth annuli on the scales is greatest (Group 2) in regions more directly exposed to Atlantic conditions and least (Group 1) in regions less directly affected by these conditions. The conformation to type of sclerite formation provides a valuable guide to the study of possible interchange between different areas. Groups 1 and 2, though fairly clearly cut, exhibit within themselves minor but constant differences sufficient, in the case of mass or considerable movement of a body of haddock from any one to any other region, to provide means of detection from the study of the scales of such intruders. So far no evidence supporting such interchange between the areas mentioned above has been forthcoming. But it is a different matter if we proceed further and study the movements of the broods within each of the areas. Thus at Iceland the following average production of sclerites was found for broods 1920—1924:—

	No. of Specimens	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5
1924 Brood	305	23.6	..	..	..	..
1923 —	2690	22.8	23.6	..	..	..
1922 —	2301	18.8	18.3	15.6	..	..
1921 —	871	19.1	17.1	16.9	14.4	..
1920 —	43	21.8	19.0	17.8	16.0	12.0
Broods prior to 1920	30	21.8	17.5	17.2	16.5	15.9
Weighted Average	..	20.5	20.5	16.0	14.6	13.8

It is suggested by the figures for the first year that the broods of 1921 and 1922 experienced the least favourable conditions. This supposition is invested with a great degree of possibility when we find that these broods alone were found in great numbers in north Icelandic coastal waters during a cruise round the island in June 1925. It is almost certain that a visit to the island a year or two later would have disclosed these broods (mixed with others) in the south-west region after their spawning migration from the north, and that, as was actually found in the case of the 1904 brood, their temporary sojourn in the north would have been detected from the study of the scales.

B. The numerical Proportions of the Broods.

The systematic age analysis of trawl hauls from the typical regions also provides a mass of data in the form of the numbers of the various broods caught per unit time of fishing (10 hours). These are perhaps best studied first of all with reference to the typical growth-rate regions discussed in A above. Each of these regions must first be defined, those squares which are of little consequence in that they fail to yield a certain minimum number of haddock per unit of time being left out of account in estimating the number of constituent squares in each region. In all there are in the North Sea 136 squares, divided over the three main areas **E**, **c** and **W**, which constantly give yields equal to or over the selected minimum and may be said to constitute the typical habitat of the haddock in the North Sea. If we examine the numbers of a brood caught in any one region in the course of a year we find that they show extensive variation. Thus in Table D the catches of brood 1923 in its second year in region **c** varied from below 500 to 12000 per 10 hours' fishing. This great variation is due partly to the movements of the fish in the course of the year, partly to the fact that their numbers are steadily diminishing in the same time, but chiefly to the fact that the shoals are denser at some places than at others, and the chances of the trawl passing over the focal points of density are small. Even in the case of first year haddock it is customary to find, at a restricted number of points now becoming well known, shoals which are many times denser than those existing elsewhere. In area **c**, which is to a large extent the nursery ground for North Sea young haddock, this feature persists till the third year. In the 4th and 5th years there is almost complete migration from this area, chiefly to area **W**, where, as the table shows, centres of density persist in the later years of life. The ratio of the largest to the smallest catch remains much of the original order — 20 or 30 to 1. As the numbers caught do not arrange themselves regularly in a table of frequency distribution with a definite mode it is impossible to find the mean catch. But the centres of greatest density are restricted to one or two squares in each area, and these along with most of the other squares in the area are always sampled in the course of the year. In the first place then we may from the mean catch of each square find the resultant mean catch for the area. If sampling has been extensive throughout the year we should arrive at a figure of some comparative value in estimating the density of the numbers of a brood in the area generally. Allowing for the difference in extent of the three areas we may then combine the three average densities into one resultant for the North Sea generally.

It should be noted that some modification of the raw data must be made according

Table D. Variation in Catches.

Brood 1923.

No. caught per 10 hours	Number of Occasions on which the frequencies specified were found			
0— 500	1	3	4	10
500—1000	2	2	5	1
1000—1500	3	1	5	..
1500—2000	1	3	1	..
2000—2500	1	3	2	..
2500—3000	2	3	..	..
3000—3500	2	..	..	..
3500—4000	1	..	..	..
4000—4500	..	2	..	..
4500—5000	2	3	..	..
5000—5500	4	..	..	..
5500—6000	2	..	..	..
6000—6500	1	..	..	..
6500—7000	2	..	..	..
7000—7500	2	1[1])	..	..
7500—8000	2	..	..	..
8000—8500	1	..	..	..
8500—9000	..	1[1])	..	..
11000	1[1])	..	..	..
12000	1[1])	..	..	..
	2nd Year	3rd Year	4th Year	5th Year

Area **c.**

[1]) Centres of Density.

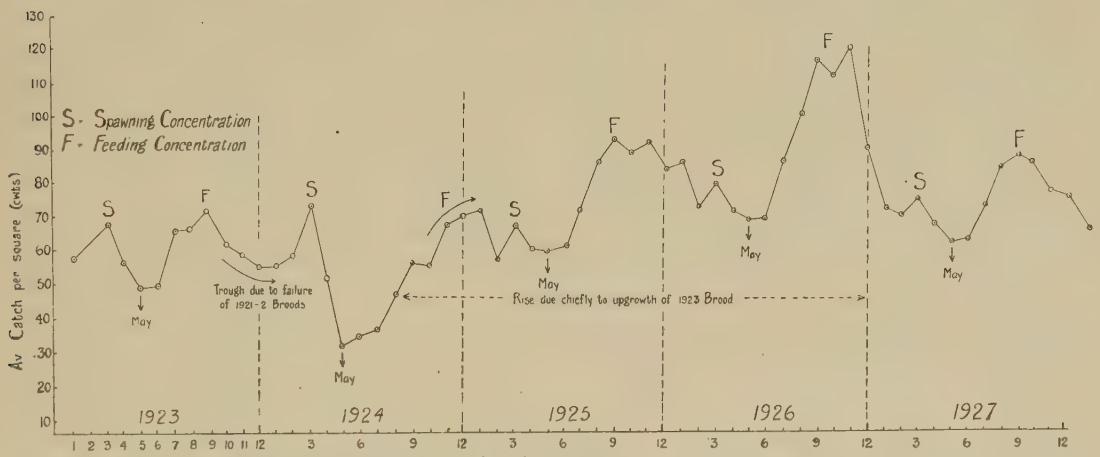
Brood 1920.

No. caught per 10 hours	Number of Occasions on which the frequencies specified were found		
0— 50	..	21	19
50—100	11	6	3
100—150	..	4	..
150—200	7	..	..
200—250	..	..	..
250—300	1	..	..
300—350	..	..	..
350—400	1	..	2[1])
700	1	..	..
1000	..	2[1])	1[1])
2000	2[1])	..	..
3000	3[1])	..	..
	6th Year	7th Year	8th Year

Area **W.**

[1]) Centres of Density.

to the month of the year each record refers to. Thus Fig. 6 shows the monthly average weights caught commercially in all the statistical squares of the North Sea (in cwts. per 100 hours' fishing). The weights caught rise to a maximum twice each year, at the height of spawning (S) and feeding (F) seasons respectively. They fall to a minimum twice each year — in February and in May — when there takes place an accelerated finish to the journey to or from the spawning grounds, and when consequently an undue proportion of haddock are swimming well off the bottom. This course of events is altered slightly when abnormally productive or unproductive broods are reaching marketable size. Thus in 1923 although the feeding maximum was reached as usual in September



Average Percentage Value which the Mean Catch per Month bore to the Mean Catch per Year during the years 1923-1927

JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
96·7	91·7	[103·6]	87·3	75·5	77·9	92·5	106·7	[119·4]	112·9	[120·3]	110·0
− 1/30th	− 1/11th	+ 1/29th	− 1/7th	− 1/3rd	− 1/24th	− 1/12th	+ 1/16th	+ 1/6th	+ 1/8th	+ 1/6th	+ 1/10th

FIG. 6. AVERAGES (MONTHLY) OF WEIGHTS caught in all the STATISTICAL SQUARES. NORTH SEA - Per 100 hrs' trawling by Commercial Vessels.

numbers were rapidly thinned out by the intensive localised fishing carried out at this season, and no recuperation arrived in the shape of upgrowing young fish, since the 1921—22 broods were very unproductive. Numbers — or weights — of fish caught therefore fell away rapidly and the minimum was reached in December, one month earlier than usual. In 1924, owing to the upgrowth of the strong 1923 brood, the reverse case occurred, the autumn maximum being prolonged till growth of this brood ceased for the winter (Nov.—Jan.). In 1925 and again in 1926 this prolific brood continued to increase in size and weight and finally in 1926 uplifted the average catch to 70 per cent. greater than that of the best period in 1923. Such unusually large catches must of course make drastic inroads upon the numbers of a brood and failing the subsequent upgrowth of a similarly numerous brood it was not surprising that in 1927 the average catches fell away again to what is probably the "normal". It is a fair deduction that in the third and more particularly the fourth year of life of a brood the greatest exploitation by man occurs, and that for the continued success of the fisheries after this point we must look for a strong upgrowing new brood. Neither of the moderate broods of 1924—25 was

sufficiently numerous to sustain catches (in 1927) at the level reached in 1926. The 1926 brood, although successful in the north, had not the wide southerly distribution of the 1923 brood, and may not do more than sustain catches at a "normal" level; while the 1927 brood was, like those of 1921—22, almost a failure, and this fact may entail an interval of reduced catches until the next productive brood — possibly that of 1928 — grows to marketable size. The relative productivity of a brood becomes known by the end of the autumn of its first year, and from the foregoing remarks it will be seen that each winter it should be possible to indicate the probable measure of commercial success to be expected for about two years ahead.

It would obviously be the source of great inaccuracy to rank as equivalent catches made in May and September. Before utilising the numbers caught it is essential to modify them in accordance with the table inset in Fig. 6. This table shows the deviations of the mean monthly catches from the mean catch for the whole year, and the correcting factors to be used to eliminate this source of error, as far as possible, from the data.

Table E shows the resultant average frequencies found, for the various years of life, for broods 1918—1927. The results are given separately for the three areas and then in the last column combined for the North Sea generally. It will be noted that there is striking consistency displayed by the numbers returned year after year for both the numerically strong and the weak broods. Thus the 1920 and 1923 broods are shown to retain, year after year, their great relative superiority in numbers over weak broods like those of 1921—22. And of the two latter that of 1922 remains throughout relatively the weaker. It will be noted that area **c** and in some cases (e. g. the 1923 brood) area **E** tend to harbour the greatest numbers of young haddock, and that their numbers diminish rapidly, especially after the third year. This diminution is due partly to mortality from all causes, but also partly to gradual migration to area **W**. The latter is exceptional in that it gradually becomes far more densely populated, relatively to areas **c** and **E**, than it was earlier by younger haddock. In this connection we may note a distinct difference in this migration in the case of the well studied 1920 and 1923 broods. In the case of the 1923 brood (area **c**) the figures marked with an asterisk show, respectively, annual decreases in numbers of 0.4, 0.7 and 0.8 (third, fourth and fifth years). Migration out of this region to area **W** therefore commenced, according to our results, in the third year, a fact which will be shown below to be borne out by the study of mass movement. The 1920 brood, however, as has been stated, was originally unusually well represented in area **c**, and experienced two years of sub-normal growth in 1921—22, the net effect of which was to postpone for one year the emigration exhibited by the 1923 brood. Thus the decreases of 0.4, 0.7 and 0.8, shown by the 1923 brood for the 3rd to 5th years are closely paralleled by decreases of 0.5, 0.7 and 0.8 in the case of the 1920 brood, but for the 4th to 6th years. It is also noteworthy that although the 1923 brood undoubtedly began with greater numbers than that of 1920 it is indicated by the table that by the fourth and fifth years these numbers had dwindled to a greater extent so that relatively the 1920 brood actually became the stronger at this point. This aspect of the results is not surprising when one considers that the 1920 brood by its retarded rate of growth in area **c** was longer in coming under the full catching power of the otter trawl, while

Table E. Frequency of Year Groups.

Av. Catch per 10 hrs.' fishing.

Year Group		Area E (61 sqq.)	Area c (37 sqq.)	Area W (38 sqq.)	North Sea (136 sqq.)
1927	First Year	290	455	17	*259*
1926	First Year	3247	3403	1323	*2752*
	Second —	1668	2106	818	*1550*
1925	First Year	293	715	538	*476*
	Second —	929	1460	537	*964*
	Third —	609	893	562	*673*
1924	First Year	481	1451	384	*718*
	Second —	744	1859	1263	*1192*
	Third —	790	1650	1253	*1153*
	Fourth —	139	521	930	*464*
1923	First Year	4323	3379	920	*3115*
	Second —	1932	4761	2304	*2806*
	Third —	1504	2938* (— 0.4)	3263	*2386*
	Fourth —	542	996* (— 0.7)	1207	*851*
	Fifth —	196	218* (— 0.8)	735	*353*
1922	First Year	0	23	2	*7*
	Second —	26	51	25	*33*
	Third —	60	24	21	*39*
	Fourth —	17	11	18	*16*
	Fifth —	12	13	16	*13*
	Sixth —	2	2	30	*10*
1921	First Year	47	147	56	*77*
	Second —	75	226	60	*112*
	Third —	175	221	118	*172*
	Fourth —	80	72	108	*86*
	Fifth —	15	43	41	*30*
	Sixth —	28	21	42	*30*
	Seventh —	7	4	66	*23*
1920	First Year	2218	3827	1776	*2532*
	Second —	1006	4003	2299	*2183*
	Third —	1004	3054	1447	*1685*
	Fourth —	518	1660* (— 0.5)	805	*909*
	Fifth —	310	461* (— 0.7)	521	*410*
	Sixth —	89	107* (— 0.8)	287	*149*
	Seventh —	78	37	67	*64*
	Eighth —	5	12	92	*31*
1919	First Year	1449	803	2188	*1480*
	Second —	841	1494	974	*1056*
	Third —	611	1043	689	*750*
	Fourth —	306	389	259	*315*
	Fifth —	146	101	132	*131*
	Sixth —	132	39	42	*82*
	Seventh —	92	7	55	*59*
	Eighth —	18.5	2.1	5.0	*10*
	Ninth —	3.1	0.9	5.9	*3.3*
1918	Second Year	594	583	1452	*831*
	Third —	508	1299	662	*766*

The three asterisks in the case of the 1923 and 1920 broods indicate successive annual decreases of 0.4—5, 0.7 and 0.8 respectively, these losses occurring in the case of the 1920 brood one year later than in the case of the 1923 brood.

the 1923 brood was widespread even in the shallower portions of the North Sea and, as was shown in Fig. 5, was taken great toll of in its third and fourth years. One other feature of Table E is worthy of comment. In the case of the less successful broods of 1925, 1924, 1922 and 1921 the catches for the second year of life exceed those for the first, and, in the case of the poorest broods of all — those of 1921 and 1922 — the catches for the third year exceed those for the second. This is a recurring feature, that in the case of at least the weaker broods we do not appear to obtain characteristic samples during the first or even the second year. No obvious explanation of this discrepancy suggests itself, although it is possible that in such cases the centres of density of the population have

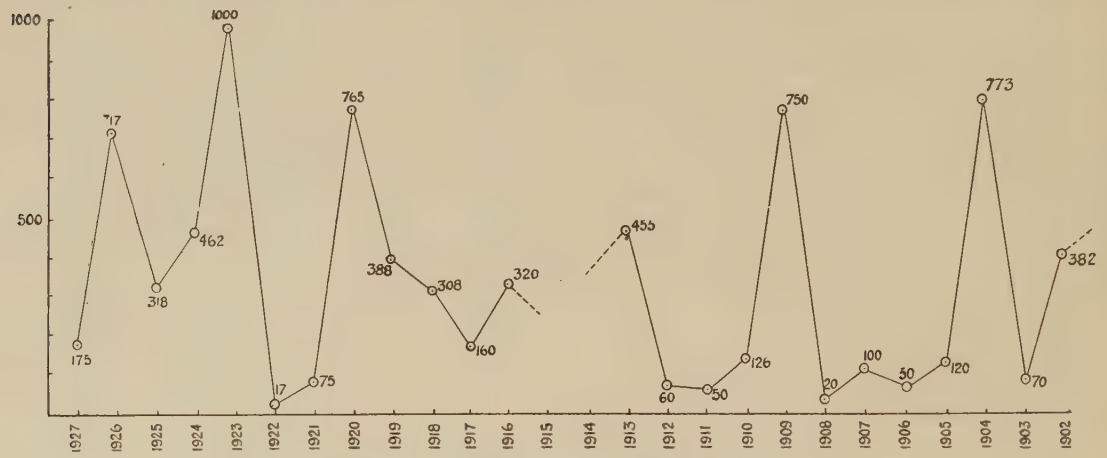


FIG. 7. COMPARATIVE PRODUCTIVITY OF YEAR BROODS
(on the basis of 1923 Brood = 1000)

not been well located. Whatever be the cause we must obviously make some allowance for the effect. In transferring the average figures from the last column of Table E to the general table (F) dealing with the comparative productivity of the broods 1902—1927, those broods exhibiting this discrepancy have been modified on the basis of the ratio of first to second and second to third year relative frequency of the well-sampled 1920 and 1923 broods combined. The resulting modified frequencies are shown in brackets. The evaluation of the pre-war broods was carried out from much less extensive data than in the case of the post-war broods, and is therefore to be regarded more as giving an indication of their relative productivity rather than an exact estimate. The frequencies for these broods were arrived at by square by square comparison with those for the 1923 brood, which has been taken as standard. On the whole the results for the weaker broods are probably too low, since no similar modification to that indicated for the weaker post-war broods was used. It has been shown that owing to differences in early distribution two broods such as those of 1923 and 1920 may be fished out at unequal rates. It is therefore probably preferable to base any comparative estimation of productivity on the frequencies shown during the first three years of life. As 1923 was evidently a peak year as regards productivity of brood the frequencies of the various broods in each of the first three

Table F. Comparative Productivity of Broods.

Based on the Average Catch per 10 hours' fishing *(North Sea)*.

Brood	1927	1926	1925	1924	1923	1922	1921	1920	1919	1918	1917	1916	1915	1914	1913	1912	1911	1910	1909	1908	1907	1906	1905	1904	1903	1902
First Year	(545)	2752	(1026)	(1492)	3115	(55)	(241)	2532	1480	..	..	..	..	..	1417	187	156	392	2336	62	311	156	374	2408	..	..
Second —	..	1550	964	1192	2806	(49)	(215)	2183	1056	831	..	..		..	1277	168	130	354	2105	56	281	130	337	2169	196	..
Third —	..	..	673	1153	2386	39	172	1685	750	766	382	..	..	..	..	..	119	301	..	48	239	119	286	1844	167	911
Fourth —	..	..	..	464	851	16	86	909	315	136	136	272	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Fifth —	..	..	..	..	353	13	30	410	131	89	56	113	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Sixth —	..	..	..	..	..	10	30	149	82	20	28	72	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Seventh —	..	..	..	..	..	..	23	64	59	15	7	6	4	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Eighth —	..	..	..	..	..	..	..	31	10	10	5	5	0.6	5.6	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Ninth —	..	..	..	..	..	..	..	..	3.3	0.4	3.4	1	0.3	0.2	2.0	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Tenth —	..	..	..	..	..	..	..	..	..	0.9	0.4	0.7	0.1	0.2	0.3	..	..	.		..	..	..	.	.	.	.
Fraction of 1923 Brood:																										
Year 1	.175	.883	.329	.479	1	.018	.077	.812	.475	..	From 3d—5th Year	From 4th and 5th Years	..	..	From comparison of totals of each brood and that of 1923 caught in similar squares during the first to third years.											
— 2	..	.552	.344	.425	1	.017	.077	.778	.376	.296			..	..												
— 3	..	..	.282	.483	1	.016	.072	.706	.314	.321			..	..												
Average (Years 1—3)	.175	.717	.318	.462	1	.017	.075	.765	.388	.308	.160	.320	?	?	.455	.060	.050	.126	.750	.020	.100	.050	.120	.773	.070	.382

years have been calculated as decimal fractions of those of 1923 as unity. The average of these three fractions (or of two where three were unavailable) probably gives a fairly exact idea of the contribution to the stock made by each brood. Fig. 7 shows the results in graphic form and one feels certain that however the raw data had been manipulated much the same general picture would have been presented. It is proved that there is marked, almost violent fluctuation in the quantity of brood-production from year to year. Reference to all the available literature on the subject shows that similar fluctuation existed before trawling as a method of intensive fishing was inaugurated, and that natural causes must be regarded as in the main accounting for this fluctuation. Over the whole period for which information is forthcoming it would appear that in every period of years, varying from $3^1/_2$ to $7^1/_2$, and averaging about $5^1/_2$, there occurs both a period of successful haddock fishery and one attended by less success or even comparative failure. Periods of plenty have always followed, with the greatest regularity, at from two to four years after the birth of a productive brood, and periods of scarcity at a similar interval after the birth of an unproductive brood. In areas (e. g. Iceland) where shoal density is greater than in the North Sea it is suggested by the available data that the interval between two productive periods is shorter — that is that there are relatively more productive broods. On the other hand where haddock are taken (e. g. off the Irish coast) in relatively fewer numbers than in the North Sea the interval is prolonged to such an extent that when a period of large catches occurs it evokes considerable comment and searching of memory for similar events in the past.

While we are on the subject of brood productivity it should be recalled that while regions like the North Sea, Iceland, Faroe etc. have been found from the characters of their growth rate and scale structure to nurture independent stocks of haddock, they are now found to differ in the times of incidence of productive and non-productive broods. Thus at Iceland the 1919 and 1920 broods were unsuccessful, whereas the 1921 and 1922 broods failed in the North Sea though they were productive at Norway and (with an unusually northerly distribution) at Iceland.

Rate of Depletion of the Numbers of a Brood.

As has been stated above, there is good reason to think that the rate of decrease in the numbers of one brood is not necessarily similar to that for another brood. If, however, the rates for several well sampled broods be combined a fair indication should result of the average speed at which elimination from all causes goes on. The following table gives the average frequencies of the broods, expressed in each case as the decimal fraction of their frequency in the year immediately preceding.

The figures are in a general way suggestive. There seems, for example, to be a speeding up in the rate of elimination commencing in the third year and therefore becoming evident in the average for the fourth. The table seems naturally to be divisible into two portions. (A) represents adolescence of the brood, when many fish escape from the meshes and natural elimination may play relatively a more important part than it does later on. During this period rate of depletion appears not to be very serious, being of the order of one quarter of the numbers per annum. After the third year (B) the trawl

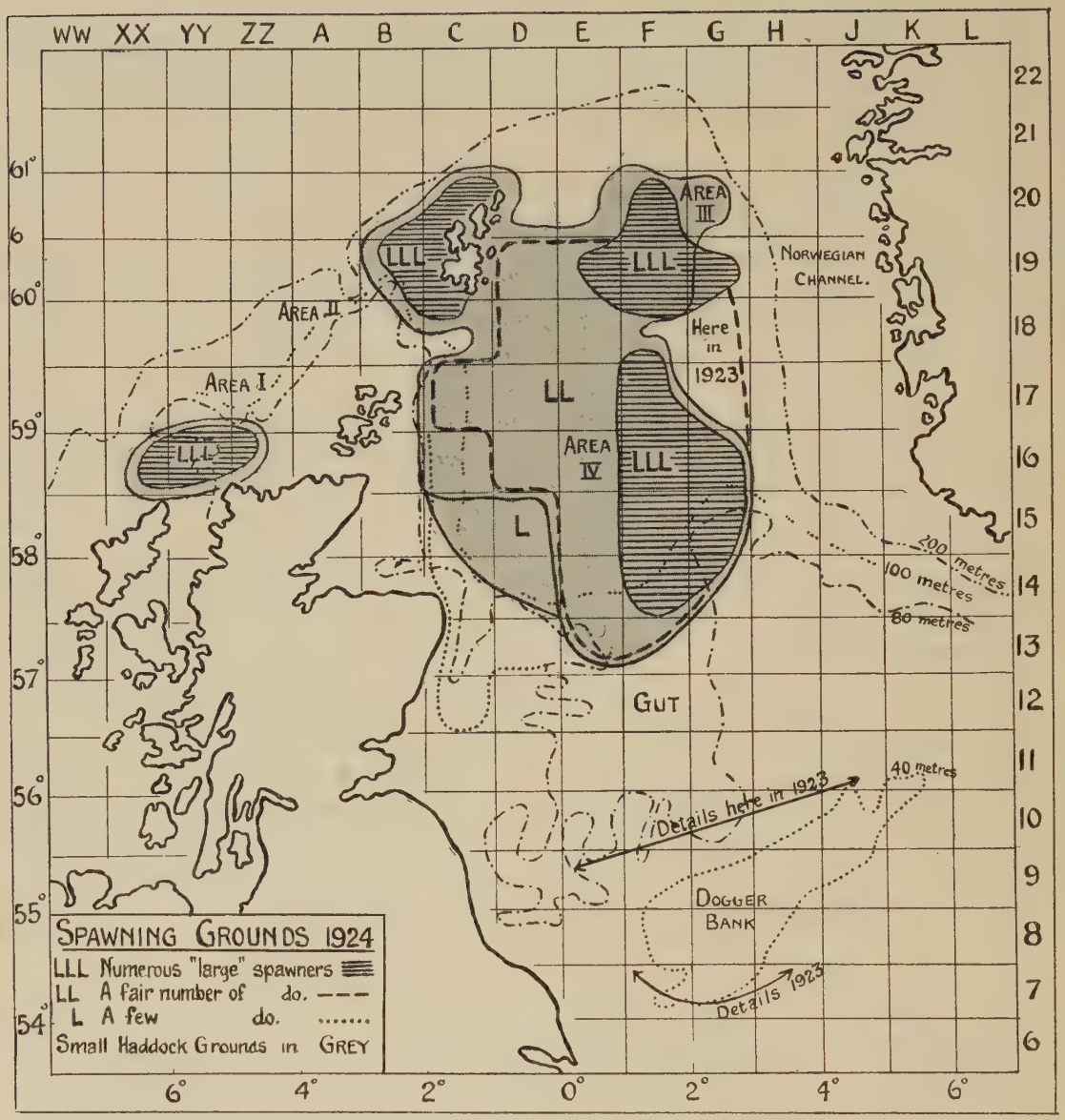
Brood	A		B					
	2nd Year	3rd Year	4th Year	5th Year	6th Year	7th Year	8th Year	9th Year
1926	0.563	..	..	..	..	..	..	..
1925	..	0.698	..	..	..	..	..	..
1924	..	0.967	0.402	..	..	..	..	..
1923	0.901	0.850	0.357	0.415	..	..	..	..
1920	0.862	0.772	0.539	0.451	0.363	0.430	0.484	..
1919	0.714	0.710	0.420	0.416	0.626	0.720	0.169	0.333
1918	..	0.922	..	..	..	..	..	..
Average...	0.760	0.820	0.430	0.427	0.494	0.575	0.327	0.333

becomes relatively more effective and the annual rate of elimination is increased, probably to a little more than one-half. There is thus a distinct hint, in the marked change over from A to B, that the effect of fishing out far outweighs any considerations introduced by the possibilities of natural elimination.

A rough calculation based on these results shows that by the fourth year about three-quarters of the original brood may have been removed, and that by the eighth year the trawl takes only about one haddock for every 100 taken in the first year. In reality, owing to the unequal intensity of fishing in the different areas of the North Sea and to the tendency of the fish, in the later years of life, to congregate in the north-western area, the effect of this fishing out is most felt in the body of the North Sea. It follows that the haddock fisheries of the latter region are dependent for success on a continual renewal of the stock. Here the succession of two unproductive brood years (e. g. 1921 and 1922) has a strikingly depressing effect on the catches, since the fishing is essentially one for "small" and "medium" haddock. In the north-west, however, a much steadier supply of "medium" and "large" haddock is for the reasons stated available, and the effect of fluctuations in brood productivity is masked.

The major Migrations of North Sea Haddock.

1. General. An examination of Plate I gives an idea of the general mass movements of haddock in the North Sea. The figure is composed of monthly charts for the year 1926, when the densest shoals of recent years occurred, with the result that some features were unusually well brought out. The darkened areas indicate localities where averages of over 1 cwt. per hour's fishing were taken by the commercial vessels working. The portions of these darkened areas shaded vertically are those not densely populated in the previous month — i. e. areas actually showing gains in numbers of haddock. Areas showing losses from the previous month — i. e. a fall in the average catch to below the above selected standard — are lightly shaded horizontally. The main impulse appears to be for the greatest shoaling to occur on the spawning and feeding grounds in March and September respectively. Then are reached the farthest north (59° Lat.) and farthest south (57°) points respectively of the mean centre of density. A similar chart



("Small Haddock very numerous in LLL and LL areas, with less dense extension south-westwards to 100 metre line).

Fig. 8.

prepared for the year 1923 shows that the spawning centre in that year was across 58° Lat. and this more southerly location may have materially assisted in the subsequent distribution of the brood fish of this year well into the body of the North Sea.

In Plate I the chart for March defines the usual position of the spawning shoals, which concentrate in the basin lying to the north of the 100 metre depth contour. The

Moray Firth opens on to this area, round whose periphery the largest and oldest fish tend to gather, while a greater and greater proportion of younger and smaller fish occur as the Firth is approached. Fig. 8, constructed from 1924 records of measurements and weights, illustrates this, and roughly indicates that there are, round the periphery of the general spawning area, four great spawning centres. These lie in the Hebridean, Shetland, Viking Bank, and North of Fisher Bank areas. The greatest number of large haddock spawn in these areas, and the greatest weights of roes are landed therefrom. The exact spawning locations of the younger fish are inclined to vary from year to year according to the early distribution of the particular broods concerned. In Plate I we observe in the April chart the appearance of lines of cleavage indicating the splitting up of the spawning shoals, and in May two great main bodies of haddock are recognisable, one tending westwards towards the Orkneys and Shetlands, the other southwards by way of the Fisher Bank into the body of the North Sea. These two bodies carry on this movement and become quite separated from each other from June to November. In the latter month the return easterly and northerly movements respectively may be seen to have commenced in the two bodies, which link up again in December. The dark spurs in the January chart show the direction of retreat of the southern body and probably indicate the formation of the "waves" of haddock which are to pass over the spawning grounds. February, like its counterpart May, shows, by the large horizontally shaded area of losses, that migration is speeded up, the last part of the move to the spawning grounds being, as proved also by marking experiments, very rapid. The movements of the Orkney-Shetland body are less clearly shown — partly since data of average catches were not available for the area west of Orkney. It is from this body that the Moray Firth is recruited each summer (see June to February charts, Plate I).

These are the broad features, but Fig. 8 and similar figures constructed for other years are ripe with suggested explanations of more local movements. The outstanding feature of all, however, is the recurring regularity of the main southerly direction of migration in the North Sea in summer and its northerly counterpart in winter.

2. The Migration of the Individual Brood. More in the way of detail is forthcoming from a study of the distribution of the broods during the various years of life. The points of maximum density of population of the more recent broods are set forth in Plate II. The darkened areas denote the presence of considerable numbers of fish, while the unshaded blank areas are those where fish are very scarce or entirely absent. The following is a summary of the changes of location exhibited by the broods as they advance in age:—

First Year. There are three possible centres of distribution, which become tenanted in various degrees according to the type of brood:—

I. Northern (Shetlands and easterly), probably chiefly derived from Hebridean and Shetland spawning grounds.

II. Mid (a) off the east Scottish coast, with centres off the Moray Firth and Aberdeen.
(b) a continuation of (a) easterly to a centre on the North Fisher Bank.

III. Southern, off the north English coast. The 1923 brood was exceptional in occurring here in great numbers.

A brood which is well represented only in I and II (either *a* or *b*) may be regarded as normal, and capable of sustaining catches later on at a fair level (e. g. broods 1925 and 1926). Broods not particularly well represented in I but well represented in II and III tend later on, at least temporarily, to raise the level of catches in the body of the North Sea (e. g. broods 1920 and 1923 in II *a* and III, and brood 1924 in II *b* and III). Unproductive broods either show a skeleton distribution over the normal area (north and mid) or have a decidedly eastern cast — e. g. the 1921 brood, which, weak everywhere else in the North Sea, actually outnumbered that of 1920 at points in the east. Initial distribution of a brood has a distinct influence on the localities of its capture in the next few years of life.

Second Year. There occurs (Plate II) a general spreading inshore and to the shallows of the North Sea. From the areas above

I — to all round Shetland and easterly across to the Viking Bank.
II — to the North-Western area — the beginning of a reciprocal relationship.
III — to the Dogger Bank area generally — an easterly move.

The new ground gained is mostly held in the ensuing winter except for a slight northerly movement which tends to re-establish the original first year centres.

Third Year. The spreading movement continues, with a corresponding depopulation of the original first year centres. The Hebridean area has gained further from II and now becomes a new centre of density with catches actually rising steadily till the fifth year. In the third winter there occurs the first lengthy return spawning migration from the body of the North Sea, the outer waters of the Moray Firth especially becoming densely populated.

Fourth Year. In summer there is now less tendency to move southwards — in fact the southerly limit reached is 2° of latitude further north than in the case of fish one year younger, being now the north edge of the Dogger Bank. In addition fewer fish seek inshore to the bays and firths, and even these do so for the last time. The east Scottish coastal water including the Firth of Forth is for instance left untenanted. The south-going body is in fact now much weaker in numbers, its centre moving from now onwards between the summer feeding grounds of the east Fisher Bank and the spawning grounds lying to the north of the Fisher Bank. Again, whereas there was in the third winter a dense spawning shoal off the Moray Firth, in the fourth winter this centre is moved about 45 miles to the north-east — off Orkney in fact. From this position there is much further loss in numbers in the following summer to the Shetland and Hebridean areas, from the latter of which — if not also from the former — the Moray Firth from now onwards receives its summer and autumn feeding migrants — instead of as formerly from its own outer waters.

Fifth Year. Along with the movements indicated as commencing above this year sees the definite establishment of the four main spawning grounds of Fig. 8. On these the shoals are composed of fish from areas of quite different growth rate, the age group ranging in size from 27—52 centimetres, an exceptionally large span.

Sixth-Twelfth Years. Two of these areas become the most important — that of North Shetland and the Hebridean area, both having gradually gained from the

northerly and westerly migration from the body of the North Sea. From these spawning centres the summer feeding migrations are fairly regular — from Shetland north-easterly to the deeper water near the edge of the North Sea plateau, and from the Hebridean area to the Orkneys and Moray Firth as well as down the west side of Lewis to the Kilda region. In both these feeding areas a rapid growth rate persists up till the 7th or 8th year. The Fisher Bank centre already mentioned is still recognisable up till at latest the 10th year, after which age only very occasional catches of haddock occur, these being restricted either to the Shetland-Viking Bank or the Hebridean-Moray Firth spawning-feeding circuit.

Refinements of these two broad methods of studying migration are of course possible. In addition use may be made (as previously instanced) of the characteristics of the scales of the fish, and of actual marking experiments. These last have so far been on such a small scale as not to merit here more than the mention of the fact that such results as have been achieved entirely bear out the conclusions arrived at above from the use of broader methods.

Discussion.

It is becoming increasingly clear that one of the most variable characteristics of the Haddock is the degree of success attending the birth and survival beyond the fry stage of each new year's brood. The order of variation actually occurring can of course never be determined with absolute accuracy, and it may be rather an ambitious thing to attempt, as has been done above, to find a common measure, however approximate, for the relative numbers of the successive age groups from the time that the latter first take to the sea-floor until they practically cease to appear in our nets. It must be remembered that in the first phase of the study of this subject there existed no perfected organisation for the widespread and systematic collection of apposite data, so that the results, fairly consistent as they are, must be interpreted with reserve until supplemented from the more comprehensive data which, as the result of experience, it has been found necessary to arrange to collect in the second phase now entered upon. A sufficient measure of consistency runs through all the conclusions so far reached to encourage the thought that the haddock, owing to several of its biological features, is a fish particularly amenable to study by simple statistical methods, and that with a minimum of manipulation reasonably fully collected data may be made to tell their own tale. Bound up with the study of the numbers of the fish is that of the movements of the main centres of population, both seasonal and with advancing age. It has been shown that a good general idea of migrations can be obtained both from the gross weights landed by commercial vessels and from the numbers of a brood caught during its life-history in the various parts of an area. The marking of Haddock — as a method of study yielding direct evidence — cannot with the present available organisation be used save as a means of effecting local confirmation or negation of suggested migrations. If living and adequate touch is to be kept with the course of the general Haddock fisheries it is essential to concentrate on such methods as are most readily fruitful of results and ensure that the main outline

of the picture is roughed in. Thus as a step in discarding the non-essential we may now restrict most of our investigations to the spawning and feeding seasons, when Haddock are assembled in fairly well-defined localities. Some less intensive collection of data should take place in the intervals between these seasons in order to aid in the tracing of more local movements. Again it is obviously impossible to carry out an intensive study of the egg and fry stages — one, that is, which might as a matter of routine contribute results of the first importance — without dropping out some more fruitful method of estimating the course of events. Here again it is rather as a confirmatory or explanatory source of information in test instances that we should enquire into the fate of these earliest stages. It is patent that with our adopted methods of procedure we can never arrive at an understanding of the basic influences (position taken up by the spawning shoals, average size and amount of egg-production of spawners, resulting relative number of eggs in or near spawning area, relative number and drift of fry resulting therefrom, and the whole relation to these subjects of the prevailing hydrographical conditions and the ultimate position and numbers of early bottom stages). The study will not of course become thoroughly rational until the life-history of the several types of broods is traced back to the egg, but this will be the last stage to be attained. There will be many intermediate problems to be solved. For example there ought to be some obvious explanation of the failure of the 1921—22 broods in the North Sea, their success on the Norwegian coast, and their abnormal northerly cast on the Icelandic littoral. It is perhaps through coming to understand the connection between, and proximate cause of, a set of events such as this that a hint may be obtained of the ultimate conditions governing the periodicity in the type of brood survival. Meanwhile we must remember that our knowledge of this periodicity is derived from observations extending over a comparatively brief period of years and that for the most part we must continue to give most attention to the attempt to establish the exact nature of the periodicity. When we can talk of a "normal" year of brood productivity and classify the deviations from such a "normal" we will the better be able to direct our investigations to the study of ultimate causes, and begin what may be termed the third phase of the work.

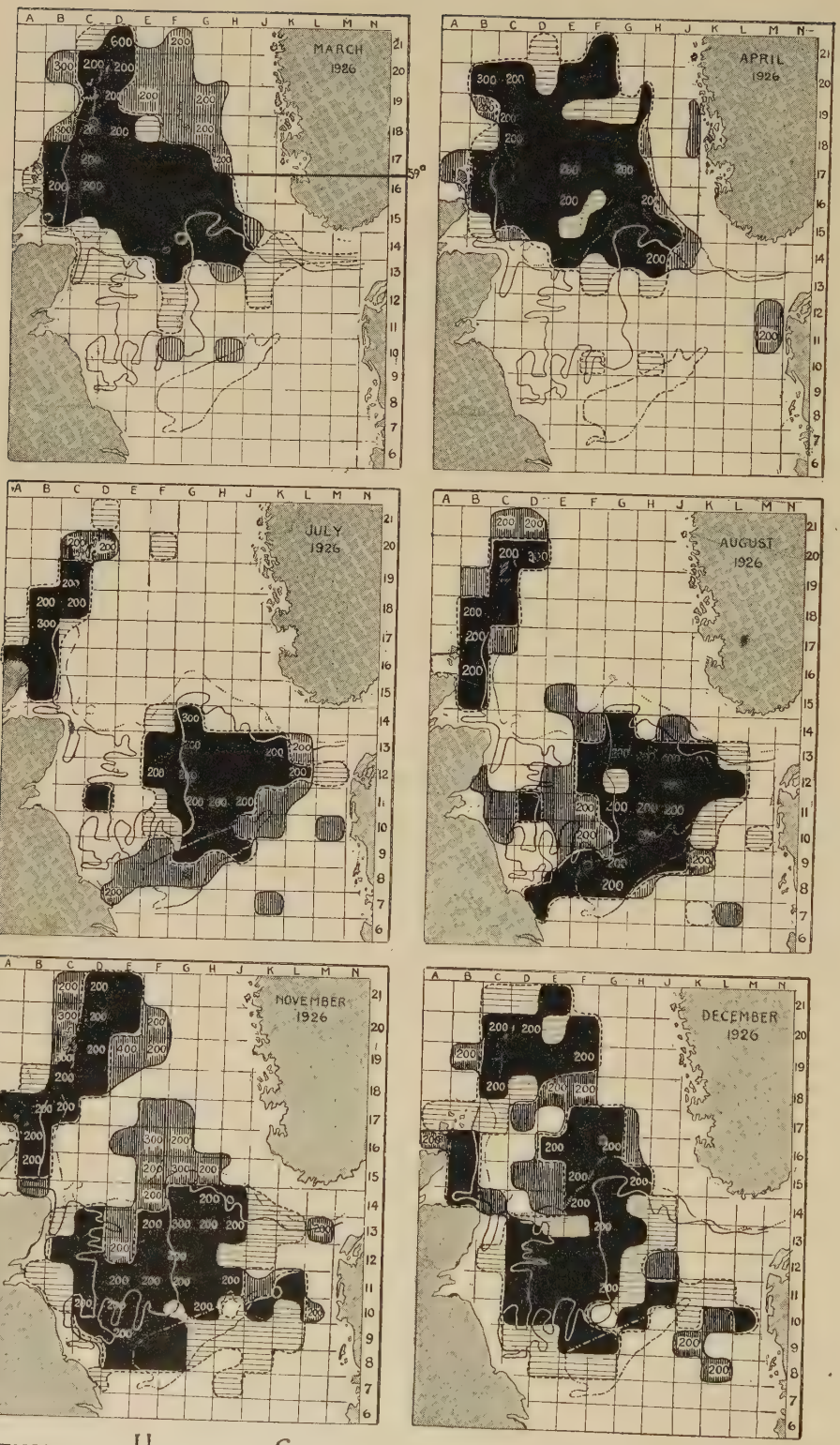
Assuming that the second phase — or a fair part of it — were completed (and this implies a more detailed and exact knowledge of migrations than we yet have) the idea of turning our knowledge to the practical guidance of the fisherman should be developed. This guidance would chiefly take the form of forecasting ahead for as long a period as possible the degree of success of the fisheries in the various localities. It is perhaps unfortunate that this practical outcome should have attracted more publicity and anticipation than were warranted in the early stages of the work, and this opportunity may be taken of defining the outlook in this connection. There has, as the result of the preliminary period of investigation accounted for above, been set in operation the means of making a systematic and representative collection of North Sea haddock data. From this it is the intention to compile forecasts, one each year, at the end of the growth season (say December) when a good idea will have been formed of the productivity of the newest brood. These forecasts will in the first instance cover a period of from 18 months to two years — this being the time required for the next unknown

factor — the productivity of the following year's brood — to have any effect on the fisheries. Obviously a few of these forecasts must first be tried out privately and tested by results until with experience gained it is considered safe to publish. Of the possibility of ultimately issuing bulletins on the haddock fisheries there is now little doubt. The forecasts will be most valuable in the case of the central and southern portions of the North Sea, which as has been shown rely for the greater part of their haddock stock on continual recruitment by new broods. The latter — perhaps rightly so — are taken great toll of in the limited period (second to fourth years of each brood) before the general north-westerly trend takes effect. Periods of plenty and scarcity will therefore continue to affect this region. We have just passed through one such period of plenty (caused by the 1923 brood) and are apparently entering one of scarcity (which is already eliciting comment) owing to the northerly cast of some of the more recent broods and the failure of the 1927 brood. In the meantime it is reassuring to know that bad times are temporary and due more to natural causes than the effort of man. In the great "reservoir" of older fish in the north-west, however, man's agency plays a more decisive part. A great increase of fishing effort there would undoubtedly lead to a more serious shortage of haddock, and one requiring a longer period of recuperation, than in the case of the body of the North Sea. It seems we may now forsake the hope of the return of a time when a high proportion of large haddock will appear in the catches, as they did before trawling became intensive and again after the rest period of the war. The rate of decline of numbers of the broods appears to be sufficiently even to preclude the idea that there are mass gains or losses by migration to or from the North Sea. Along with the recurrence of the natural fluctuations referred to we may therefore, without alarm, contemplate a continuation of the fishery as one which harvests the bulk of each brood in the "small" — or "medium" — sized state, and even with a fair degree of impunity destroys multitudes of extra small and unmarketable fish. It appears that given suitable hydrographical conditions even a very attenuated spawning shoal (e. g. that spawning in 1923) can do wonders in the way of restocking the sea, from which a heavy and if anything an increasing annual gross weight of haddock is now being removed. It is perhaps the chief practical issue of our investigations to study the shifts in the equilibrium between production and crop and to ascertain at what point fishing out will give, without permanent damage, the greatest economic yield.

Monthly Positions of Centres of

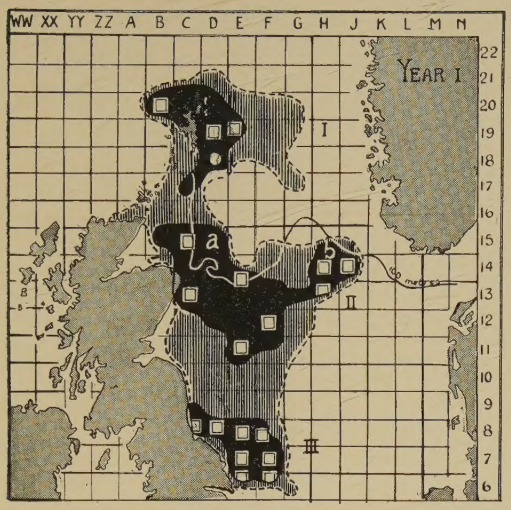
Figures (200, 300 etc.) represent No. of Cwts cau
where 100 cwts we

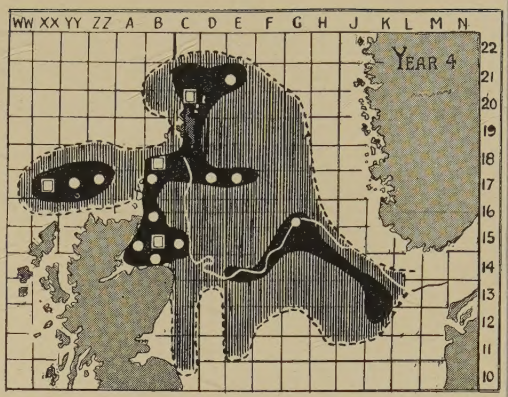
Plate I.

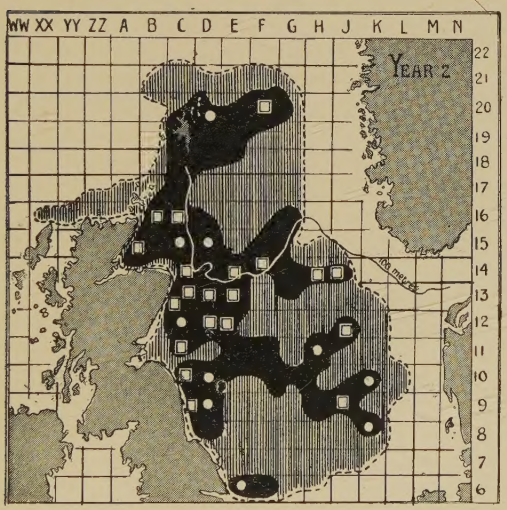


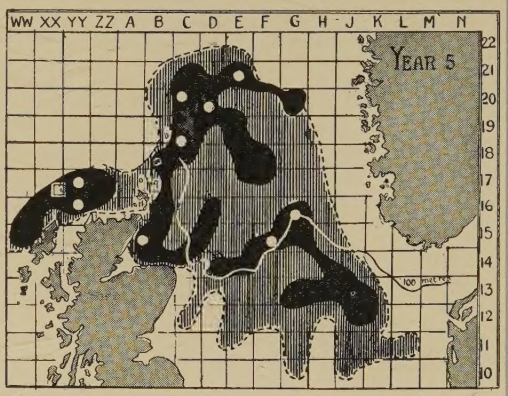
DENSITY OF HADDOCK SHOALS.

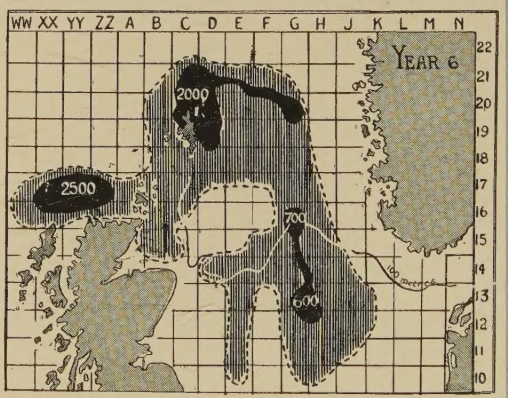
ht per 100 hours fishing in cases
re exceeded

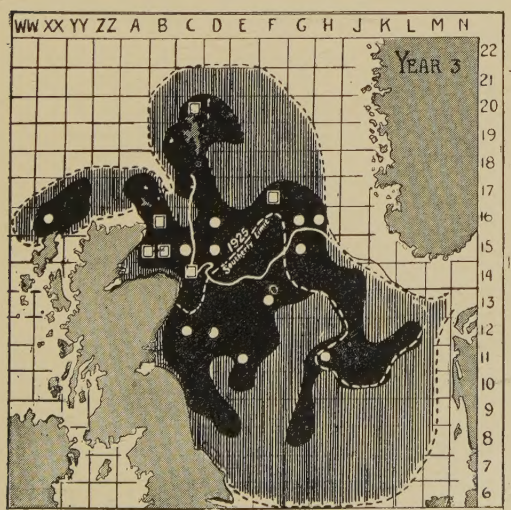

WW XX YY ZZ A B C D E F G H J K L M N
22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6
YEAR 1
I
II
III
a
b
100 metres

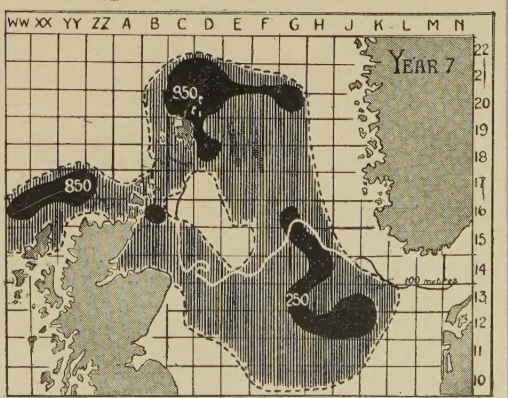

WW XX YY ZZ A B C D E F G H J K L M N
22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10
YEAR 4

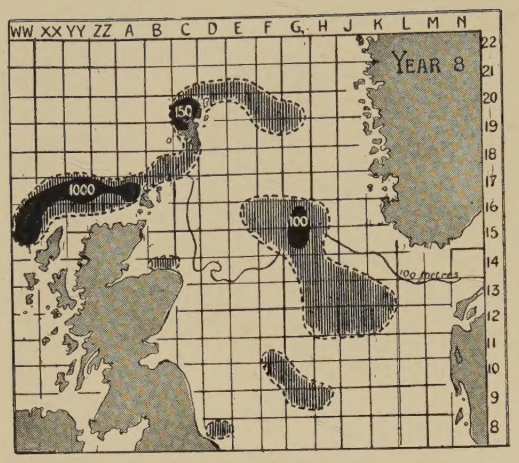

WW XX YY ZZ A B C D E F G H J K L M N
22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6
YEAR 2
100 metres

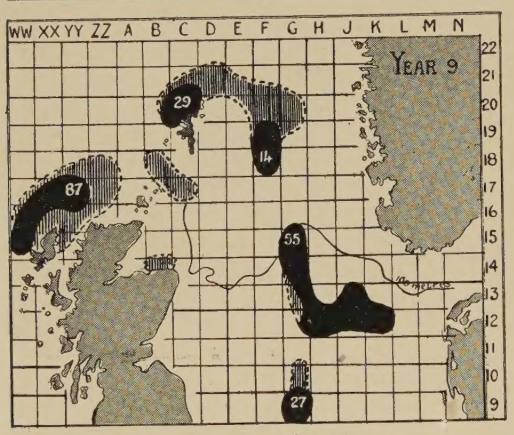

WW XX YY ZZ A B C D E F G H J K L M N
22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10
YEAR 5
100 metres

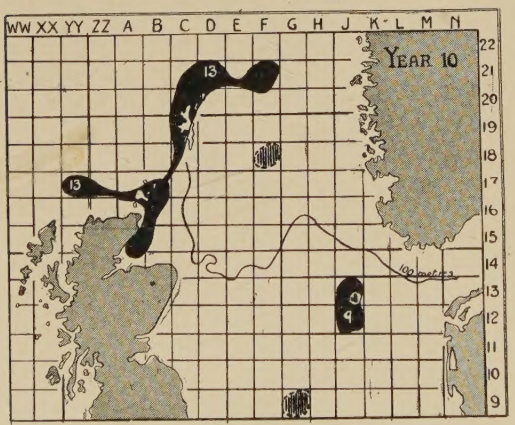

WW XX YY ZZ A B C D E F G H J K L M N
22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10
YEAR 6
2000
2500
700
600
100 metres

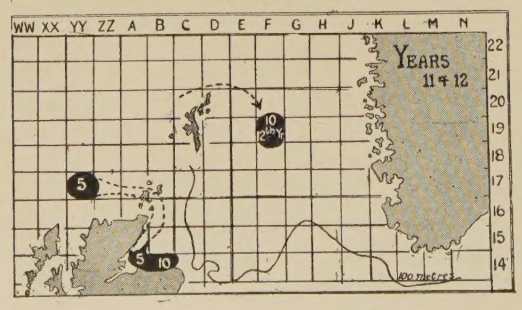

WW XX YY ZZ A B C D E F G H J K L M N
22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6
YEAR 3
1925
Seismic Zone


WW XX YY ZZ A B C D E F G H J K L M N
22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10
YEAR 7
950
850
250
100 metres









DISTRIBUTION OF HADDOCK during YEARS 1 TO 12

□ AREAS OF VERY GREAT DENSITY

○ DO. GREAT DENSITY

▪ DO. MODERATE DO.

REMAINDER - SCANTY OR NIL

Figures (Years 6-12) represent highest averages obtained per 10 hours' fishing

---